

**Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa**  
**Mestrado em Som e Imagem**



**"Machine Echoes"**  
**Esculturas Sonoras Interativas**

**Mestrado em Som e Imagem: Design de Som - 2013/2014**

*Pedro Renato Veloso Abrunhosa*

Professor Orientador: Luís Gustavo Martins  
Professor Co-Orientador: Vítor Joaquim

Novembro de 2013

## **Dedicatória**

Quero dedicar este trabalho à minha família e professores da UCP.

## **Agradecimentos**

Agradeço a todas as pessoas da UCP que me apoiaram no desenvolvimento desta dissertação, nomeadamente o meu orientador, o professor Luís Gustavo Martins, que me conduziu durante todo o processo de escrita, o professor Victor Joaquim, que me apoiou no desenvolvimento do projeto final, desde a fase de Pré-Produção até à Pós-Produção e o Professor Vasco Carvalho que me forneceu algumas referências.

Agradeço ainda aos meus pais, avós e amigos que incentivaram e apoiaram nos momentos mais críticos, contribuindo assim para o sucesso deste trabalho.

## Resumo

A presente dissertação centra-se no desenvolvimento do projecto "Machine Echoes - Pirâmide Sound Sculpture", que na sua essência consiste na criação de uma instalação sonora interativa, constituída por uma escultura sonora, denominada "Pirâmide", que é controlada através de mecanismos ligados a um computador. Este estudo aborda a interatividade enquanto factor presente na arte, centrando-a no universo das instalações, onde estão presentes as esculturas sonoras. Importa ainda perceber como o público reage às instalações e aos objetos que a constituem. Dentro deste tópico, pretende-se abordar a melhor forma de fazer chegar a mensagem ao público e permitir que este interaja intuitivamente, sem qualquer dificuldade. Interessa também perceber de que modo se podem reunir vários universos artísticos, como o design de produto, design de som, design interativo e design de instalações e fundí-los numa obra final. Nesta solução, convém ter em conta factores como a estética visual e sonora das peças, o funcionamento interativo, a narrativa e o objetivo da instalação. O público, para além de ter um papel contemplativo na instalação, acaba também por interagir com a mesma de forma indirecta, visto que são os seus movimentos e deslocações aleatórios, que criam todo o efeito interativo e a composição sonora final. Aqui o público assume um papel duplo, ganhando assim uma nova função, deixa de ser apenas o observador e passa a fazer parte dos constituintes da obra, sendo que o resultado final da obra depende deste.

## Índice de Conteúdos

Lista de Figuras.....	1
Lista de Tabelas.....	8
Glossário .....	9
1 Introdução ao Estudo das Instalações Interativas .....	10
1.1 Apresentação do tema de investigação e do Projeto Final.....	10
1.2 Apresentação da Problemática .....	11
1.3 Metodologia utilizada para a Investigação .....	13
1.4 Descrição da estrutura da dissertação.....	14
2 Análise Histórica-Tecnológica, Teórica e Artística das Interatividade nas Esculturas Sonoras.....	15
2.1 Origem e Evolução das Instalações Sonoras e da Interatividade.....	15
2.2 Estudo da Interatividade nas Instalações .....	33
2.3 Estudo do Objecto Artístico.....	39
2.4 Conclusão .....	50
3 Desenvolvimento do Projeto Final "Machine Echoes: Pirâmide Sound Sculpture" .....	51
3.1 Planeamento do Projeto.....	51
3.2 Prototipagem e Construção da Escultura .....	51
3.3 Construção do Sistema de Som .....	55
3.4 Programação do Software .....	57
3.5 Construção dos Circuitos Electrónicos e Hardware.....	61
3.6 Instalação Sonora e Interativa .....	63
3.7 Público.....	66
3.8 Conclusão .....	68
4 Conclusão e Planos Futuros .....	69
Referências e Bibliografia .....	72
APÊNDICE A .....	79
ANEXO A: .....	98



## Lista de Figuras

Figura 1: John Cage - Waterwalk (1944)

Retrieved January 12, 2013 from:

[http://classconnection.s3.amazonaws.com/542/flashcards/406542/png/water\\_walk.png](http://classconnection.s3.amazonaws.com/542/flashcards/406542/png/water_walk.png)

Figura 2: Frank Newbould's Air Mail

Retrieved January 12, 2013 from:

<http://www.prlog.org/10661437-pioneers-of-modernism-poster-masters-of-the-20th-century.html>

Figura 3: Yard, 1961, Allan Kaprow

Retrieved January 12, 2013 from:

<http://www.art-intellect-practice.com/?p=8>

Figura 4: Allan Kaprow, oranges hanging by strings

Retrieved January 12, 2013 from:

<http://arttattler.com/archiveallankaprow.html>

Figura 5: Carolee Schneemann (American, b. 1939), *Interior Scroll*, 1975. Llfachrome print, © Carolee Schneemann, Photography: Anthony McCall.

Retrieved January 12, 2013 from:

<http://arttattler.com/commentaryjudychicago.html>

Figura 6: George Brecht Drip Music, 1959

Retrieved January 12, 2013 from:

<http://rachelwetzler.tumblr.com/post/754560791/rivane-neuenschwander-at-the-new-museum>

Figura 7: Robert Morris - Box with the sound of its own making, 1961

Retrieved January 12, 2013 from:

<http://emilypennresearch.wordpress.com/2011/12/06/robert-morris-box-with-the-sound-of-its-own-making-1961-henry-coombes-december-2011/>

Figura 8 : The Lasry Baschet performance group as they appeared in a photoshoot for Life' magazine (1963)

Retrieved January 13, 2013 from:

<http://labouscarle.wordpress.com/page/2/>

Figura 9: Panopticon: The Singing Ringing Tree, overlooking Burnley in the north west of England.

Retrieved January 13, 2013 from:

[http://en.wikipedia.org/wiki/File: Singing\\_Ringing\\_Tree\\_Stitch.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Singing_Ringing_Tree_Stitch.jpg)

Figura 10: A three foot window wind harp

Retrieved January 30, 2013 from:

<http://harmonicwindharps.com/>

Figura 11: Water Flute

Retrieved January 30, 2013 from:

<http://www.wired.com/gadgetlab/2010/08/hydraulophone/>

Figura 12: Untitled stainless steel wires set in artist's concrete base with aluminum trim by Harry Bertoia, 1965, Hirshhorn Museum and Sculpture Garden (Washington, D. C.)

Retrieved January 13, 2013 from:

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Untitled\\_stainless\\_steel\\_wires\\_set\\_in\\_artist%27s\\_concrete\\_base\\_with\\_aluminum\\_trim\\_by\\_Harry\\_Bertoia,\\_1965,\\_Hirshhorn\\_Museum\\_and\\_Sculpture\\_Garden\\_%28Washington,\\_D.\\_C.%29.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Untitled_stainless_steel_wires_set_in_artist%27s_concrete_base_with_aluminum_trim_by_Harry_Bertoia,_1965,_Hirshhorn_Museum_and_Sculpture_Garden_%28Washington,_D._C.%29.jpg)

Figura 13: Blue Seven Diagram

Grayson, J. (1975). *Sound sculpture: a collection of essays by artists surveying the techniques, applications, and future directions of sound sculpture*. Vancouver, British Columbia, Canada: A.R.C. Publications. (p.82).

Figura 14: Blue Seven - painted fiberglass (motorized)

Grayson, J. (1975). *Sound sculpture: a collection of essays by artists surveying the techniques, applications, and future directions of sound sculpture*. Vancouver, British Columbia, Canada: A.R.C. Publications. (p.83).

Figura 15: 200 prepared dc-motors, 2000 cardboard elements 70x70cm Zimoun + Hannes Zweifel 2011

Retrieved January 17, 2013 from:

<http://harxest.com/site/2011/05/18/zimoun-sound-sculptures/>

Figura 16: Happy Apple Tree - Steven White

Retrieved January 30, 2013 from:

<http://www.utne.com/arts/art-and-sound-sculpture-steven-white.aspx>

Figura 17: Pierre Schaeffer - Études de bruits (1948)

Retrieved January 30, 2013 from:

<https://www.youtube.com/watch?v=CTf0yE15zzI>

Figura 18: Reactable Multitouch

Retrieved January 17, 2013 from:

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Reactable\\_Multitouch.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Reactable_Multitouch.jpg)

Figura 19: Reactable Mobile [iPhone, iPad, Sound]

Retrieved January 17, 2013 from:

<http://www.creativeapplications.net/iphone/reactable-mobile-iphone-ipad-sound/>

Figura 20: The Legible City- Jeffrey Shaw (1989-1991)

Retrieved January 17, 2013 from:

<http://bridell.com/legible-city/>

Figura 21: Ryoji Ikeda - Transfinite, photo: James Ewing, courtesy of Forma

Retrieved January 17, 2013 from:

<http://www.ryojiikeda.com/project/thetransfinite/>

Figura 22: Incantor

Retrieved January 25, 2013 from:

<http://getlofi.com/circuitastrophe-and-ghazalas-be-in-this-weekend/>

Figura 23: Photon Clarinet

Retrieved January 25, 2013 from:

[http://www.anti-theory.com/sales/sales\\_gallery/q/main.html](http://www.anti-theory.com/sales/sales_gallery/q/main.html)

Figura 24: Radial String Chimes - Álvaro Barbosa

Retrieved January 30, 2013 from:

<http://www.abarbosa.org/work.html>

Figura 25: Arduino Pneumatic Servo Sculpture Test

Retrieved January 25, 2013 from:

<https://www.youtube.com/watch?v=7SBwPNAzmFw>

Figura 26: MSTR:DRMMR++ (Machine Learning for Pitched Percussion and Musical Robotics)

Retrieved January 25, 2013 from:

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=4SoyRqfb6JQ](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=4SoyRqfb6JQ)

Figura 27: Virtual Vibraphone with Sliders

Retrieved January 25, 2013 from:

<http://www.youtube.com/watch?v=91NbYgjxsF0>

Figura 28: Caixa de Música - Vasco Carvalho

Retrieved January 25, 2013 from:

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=Sg3hFcCj-Mc](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Sg3hFcCj-Mc)

Figura 29: Absolut Blank - Instalação Interativa

Retrieved January 25, 2013 from:

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=J0TleVjlFAo](https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=J0TleVjlFAo)

Figura 30: The Karman Cube - Jamie Thomas

from: <https://www.flickr.com/photos/switchboard/sets/72157622788969934/#>

Figura 31: Type 40 Mark III: Interactive Sound Sculpture

from: <https://vimeo.com/64119774>

Figura 32: Spider Bark - Steven White Sound Sculpture

from: <http://stevenwhite.ca/site/artwork-2/combine-project/>

Figura 33: Fotografia de Esboços da Estrutura da Escultura Sonora

Retrieved October 10, 2014

Figura 34: Render Maquetes modeladas em Autodesk Maya 2013

Retrieved October 10, 2014

Figura 35: Render de Modelo escolhido enquanto estrutura, com mecanismo actuador

Retrieved August 14, 2014

Figura 36: Render da Maquete Final

Retrieved September 8, 2014

Figura 37: Fotografia da Escultura "Pirâmide"

Retrieved October 10, 2014

Figura 38: Esquema do Sistema de Som

Retrieved October 13, 2014

Figura 39: Fotografia do Sistema de Som dos Microfones de Contacto

Retrieved March 30, 2014

Figura 39.1.A - Esquema Microfones de Contacto

Retrieved August 8, 2014

Figura 40: Diagrama Software

Retrieved October 19, 2014

Figura 40.1.A - Fotografia Patch do Motor Granular

Retrieved October 19, 2014

Figura 41: Fotografia Patch Escultura Sonora

Retrieved October 19, 2014

Figura 42: Fotografia Patch Som Ambiente

Retrieved October 19, 2014

Figura 43: Fotografia Secção de Vídeo

Retrieved October 28, 2014

Figura 43.1.A - Fotografia Secção de Motor de Vídeo - "*p Direcções(Radianos)*"

Retrieved May 17, 2014

Figura 43.2.A - Fotografia Secção de Motor de Vídeo - "*p Camara Interativa*"

Retrieved October 28, 2014

Figura 44 - Fotografia do Sensor Flex e Circuito Arduino

Retrieved May 20, 2014

Figura 44.1.A - Diagrama do Circuito Sensor Flex

Retrieved May 19, 2014

Figura 44.2.A - Fotografia Patch "*p Comunicação Via Serial*"

Retrieved October 19, 2014

Figura 44.3.A - Fotografia Patch "*p Pitch*"

Retrieved October 25, 2014

Figura 45 - Fotografia do Motor Servo

Retrieved May 11, 2014

Figura 45.1.A - Fotografia do Motor Servo com Arduino

Retrieved May 11, 2014

Figura 45.2.A - Fotografia do Circuito Motor Servo

Retrieved October 18, 2014

Figura 45.3.A - Fotografia do Sketch Sweep - Motor Servo

Retrieved September 6, 2014

Figura 46 - Diagrama do Plano da Sala

Retrieved October 20, 2014

Figura 47 - Diagrama do Circuito Sonoro e Interativo

Retrieved October 13, 2014

Figura 48 - Fotografia da Instalação

Retrieved October 29, 2014

## **Lista de Tabelas**



## **Glossário**

## 1 Introdução ao Estudo das Instalações Interativas

O projeto final, sobre o qual esta dissertação trata, tem como foco principal a interatividade dentro do universo das instalações sonoras. Pretende-se com esta investigação perceber de que modo o utilizador ou público pode interagir com a obra de forma a entender claramente o seu funcionamento e narrativa.

### 1.1 Apresentação do tema de investigação e do Projeto Final

O conceito *interatividade* remete-nos para a ideia de participação entre o público e o objeto artístico. A instalação interativa permite ao público participar dentro da obra que tem como base um sistema tecnológico electrónico e/ou digital (Adriana, 2012, p.175). A interatividade não tem necessariamente que se cingir somente ao objeto artístico, podendo também estar relacionada com o espaço. Convém acrescentar que o espaço funciona como elemento contido na obra, em vez de simplesmente ser o local onde esta está presente (Campesato, L. & Jazzetta, F., 2006, p.2).

Dentro do universo da arte sonora<sup>1</sup>, podemos afirmar que o som permite a união dos vários elementos como o espaço, público e o objecto. Os espaços geralmente alteram o som inicial gerado pelo objecto artístico e pelo público, criando características específicas, provocadas pela sala onde está presente a instalação (Campesato, L. & Jazzetta, F., 2006, p.3).

O público dentro de uma instalação *interage* com um sistema *interativo*. Antes de mais, convém definir e distinguir estes dois termos, que apesar de serem diferentes caminham no mesmo contexto. O termo *interação* está relacionado com a comunicação entre indivíduos e objetos de forma recíproca (Ribeiro, 2007, p.39), enquanto que o termo *interatividade* remete à interação com sistemas tecnológicos como os computadores (Dewney & Ride, 2006, p.206). Com o surgir das instalações interativas, o público deixa de ser observador e passa a ser um participante ativo, que interage. E com isto é designado por *Interator*. (Adriana, 2012, p. 725).

O Projeto "Machine Echoes - Pirâmide Sound Sculpture" coloca o público dentro do espaço da obra, tornando-o assim num agente interativo e espera que a participação deste, ative mecanismos que irão produzir som. Pretende-se que nesta instalação, o público se desloque pela sala, e que a partir desses movimentos, surjam reproduções sonoras, provocadas pela escultura, criando assim uma composição em tempo real, que terá sempre soluções diferentes, consoante o comportamento do público. O som produzido pelo público na sala, poderá também ser utilizado para o enriquecimento da experiência sonora. Dentro desta instalação serão utilizados vários meios de interação, sendo que uns serão diretos, onde será utilizada a

---

<sup>1</sup> O termo Arte Sonora, é definido por David Toop, como som combinado com práticas visuais (Sexton, 2007, p.85).

atuação directa do público e outros serão indirectos e funcionarão apenas com parametros relacionados com o movimento do público no espaço.

## 1.2 Apresentação da Problemática

Atualmente, o termo "*interatividade*" remete-nos para o uso de interfaces tecnológicas, mas se investigarmos o seu passado, notamos que esta tem a sua origem nas "*artes participativas*" que não dispunham de equipamento tecnológico e cingiam-se apenas à participação do público num espaço onde este atuava e interagía com objetos. Esta análise histórica encontra-se no capítulo 2.1.

Dentro da questão da interatividade existem várias questões que se levantam como a legibilidade, a percepção, a compreensão da narrativa e o próprio funcionamento do suporte interativo ou interface<sup>2</sup>. A interface pode variar de forma, sendo que tanto pode ser um objeto bidimensional ou tridimensional ou até mesmo invisível ao público. Neste campo convém perceber como se devem criar objetos inteligíveis ao público, com valores estéticos e funcionais que despertem interesse e que convençam o público a participar na experiência. Com a aplicação da interatividade na arte, existem vários aspetos a ter em conta, visto que o utilizador é colocado dentro da obra. Aspetos como a percepção, exibição, comunicação e estrutura são repensadas em favor da participação do público (Giannetti, 2004, p.1). Neste contexto enquadra-se também o design interativo e de interfaces onde se aborda a construção do sistema de controlo que vai ser utilizado pelo público. Este sistema deve obedecer aos factores anteriormente citados por Giannetti e ser essencialmente estético e funcional. Em relação à estrutura da "*interface*", esta varia, pois pode ser de duas dimensões e apenas se cingir a um ecrã onde existe uma interface gráfica com um programa informático como também pode ter como base um objeto tridimensional que pode ser manuseado ou ter interação física ou simplesmente ser invisível. A interface deve ser criada sempre com a preocupação de ser perceptível, onde o utilizador com ou sem conhecimentos prévios sobre o assunto, deva perceber como a utilizar e manipular. A partir da manipulação, o público passa a entender o objeto, neste caso a interface, que deve ser pensada e criada dentro da linguagem e do entendimento do público. (Giannetti, 2004, p.2).

A interface pode também ser invisível e explorar os vários sentidos como formas de comunicação, a possibilidade de utilizar os vários sentidos torna-nos mais próximos da experiência real que temos com o mundo à nossa volta, mas para isso a interface enquanto dispositivo deve estar construída de forma a captar essa forma de interação, entendendo desta forma quando é que o utilizador está a comunicar com esta. (Chatty & Dewan, 1999, pp. 2-3).

A interatividade é ainda abordada no contexto espacial. Pretende-se com este estudo perceber de que modo o espaço pode também ser um agente interativo visto que na era contemporânea coexistem dois espaços distintos, sendo que estes são o espaço físico que é o local onde a obra se encontra e o local onde o público interage fisicamente. Certos objetos são permanentes nestes locais, ganhando assim a designação de objetos *site-specific*.

---

<sup>2</sup> A interface pode ser definida como o meio sobre o qual se obtém a resposta de um produto/sistema (Raskin, 2000, p.2)

De um forma breve podemos definir o termo *site-specific* como uma obra que se adequa a um espaço e pertence permanentemente a este, estando diretamente relacionada com o ambiente à sua volta. (Kwon, 2004, p.11). Este termo é ainda abordado mais aprofundadamente no capítulo 2.1.

Existe ainda o espaço virtual que é gerado pela interface e onde o público se desloca para um espaço imaginário e inexistente. Aqui pode-se encontrar com outros utilizadores e comunicar com estes, sem estes estarem presentes no mesmo espaço físico. Por fim ainda existe uma tendência de fundir os dois espaços na mesma experiência. Esta abordagem sobre o espaço será feita no capítulo 2.2.

A interatividade está ligada a várias áreas artísticas, por isso é interdisciplinar, mas na presente dissertação, o estudo está mais focado na área da arte sonora. Esta abordagem encontra-se no capítulo 2.3, onde serão ainda abordados projetos como instalações e esculturas sonoras e será ainda abordado o *circuit bending* e alguns dos seus projetos.

O *circuit bending* é um género de arte electrónica no qual se produz som através de circuitos. (Reed Ghazala's Art of Circuit- Bending, n.d, para.1).

### 1.3 Metodologia utilizada para a Investigação

O desenvolvimento da presente dissertação iniciou-se no mês de Outubro de 2013, inicialmente foi efectuada uma pesquisa sobre o contexto histórico onde se inseriam as Esculturas Sonoras, Arte Sonora e também a Interatividade. Estes tópicos surgiram em consequência das tendências do modernismo, por isso foi feito um levantamento sobre a matéria dessa época, constituída por identidades e obras que se destacaram. A investigação começa por abordar o pensamento de Luigi Russolo, passando por outras entidades da época que se destacaram pelas suas inovações, como John Cage, Allan Kaprow, Pierre Schaeffer, Harry Bertoia, entre outros abordados no segundo capítulo. Para o levantamento da seguinte matéria foram estudadas várias obras que abordavam estes autores como a obra *"Background Noise"* de Brandom Labelle ou *"Sound Sculpture: a collection of essays by artists surveying techniques; applications; and future directions of sound sculpture"* de John Grayson.

Foi ainda criado um blogue paralelamente à escrita da dissertação e execução do projeto onde está disponível informação sobre a matéria abordada, neste encontram-se tutoriais e vídeos de projetos que se enquadram na área da interatividade e design de som. O blogue denomina-se *"Machine Echoes: Interactive Instalations, Sound Sculptures, Circuit Bending"*<sup>3</sup>.

Para além da pesquisa histórica, presente no subcapítulo 2.1 "Origem e Evolução das Instalações Sonoras e Interativas" foi também abordada a componente artística através de um levantamento de várias obras contemporâneas, que incluem trabalhos internacionais mas também de entidades da universidade católica, estes trabalhos estão presentes nos subcapítulos 2.2 "Estudo da Interatividade nas Instalações", que aborda a interatividade e os elementos que a constituem desde o utilizador, até ao espaço e interface. No capítulo 2.3 "Estudo do Objecto Artístico", encontra-se a abordagem da escultura sonora enquanto objeto de estudo.

A partir de Fevereiro de 2014 deu-se início à escrita dos capítulos 3 e 4, que abordam essencialmente a execução do projeto final. Nesta secção está presente toda a metodologia e planificação do projeto que foi necessária para a sua execução. A escrita do capítulo 3 deu-se ao mesmo tempo que o desenvolvimento do projeto. No capítulo 3 está descrita toda a documentação do desenvolvimento do projeto, que passa por esquemas diagramáticos e fotografias que relatam todas as fases do projeto. Nesta secção encontram-se esboços e imagens de renders 3D de protótipos da escultura, diagramas de ligações electrónicas, circuitos sonoros e de programação informática, sendo que o conteúdo mais técnico se encontra na secção de Apêndice.

Durante o mês de Março até Junho de 2014 deu-se continuidade ao desenvolvimento do projeto e escrita da dissertação. Em relação ao projeto desenvolvido, foi criada toda a parte digital e criado todo o sistema de som e sistema interativo constituído por sensores, actuadores e câmara, enquanto que na dissertação deu-se continuidade à escrita dos capítulos 3 e 4.

---

<sup>3</sup> <http://soundsculturesandnoise.blogspot.pt/>

Por fim, é ainda abordado o público enquanto participante da obra, através de fotografias e um inquérito, que permitiu perceber a eficácia da instalação no seu todo, assim como a interface informática que sustenta a mesma.

#### **1.4 Descrição da estrutura da dissertação**

A dissertação está dividida em quatro capítulos. O primeiro capítulo designa-se por Introdução e consiste numa explicação resumida sobre a dissertação. Aqui é explicado e descrito o tema principal que é a interatividade no universo das Esculturas Sonoras. Também é explicado o projeto final "Machine Echoes: Pirâmide Sound Sculpture " que é o objeto de estudo da dissertação, segue-se então a metodologia que está por detrás desta investigação e por fim, a última secção que aborda a estrutura da Dissertação.

No segundo capítulo é explorado todo o universo histórico, tecnológico e artístico em torno deste tema. O capítulo começa por expor as origens da Arte Sonora e da Interatividade, relacionando-as, descreve ainda várias tendências artísticas da época modernista e compara-as aos períodos anteriores à revolução industrial. Para além da abordagem mais teórica e artística, são ainda abordados os factores tecnológicos que permitiram esta evolução e são ainda exploradas obras que marcaram estes movimentos. As obras presentes nesta dissertação, estão diretamente relacionadas com o projeto final "Machine Echoes: Pirâmide Sound Sculpture ". Ainda são destacados os principais artistas, assim como os seus pensamentos, ideais e objetivos.

No terceiro capítulo é analisado o projeto final numa abordagem mais prática e técnica e são descritos os processos de pré-produção ou planeamento do projeto, até à fase final de produção. O capítulo está dividido em 8 subcapítulos, onde cada um delas corresponde às várias partes do projeto, como a estrutura, o hardware, o software a própria instalação no seu todo o público e a conclusão do projeto.

Aqui apresentam-se os vários processos e também os documentos que permitiram o desenvolvimento do projeto.

No quarto capítulo, foram tiradas as conclusões sobre a investigação e a execução do presente projeto "Machine Echoes: Pirâmide Sound Sculpture ". Esta secção destina-se basicamente a reflexões retiradas acerca da investigação e da realização do projeto e foram expostas ideias sobre uma possível continuidade dos mesmos.

## 2 Análise Histórica-Tecnológica, Teórica e Artística das Interatividade nas Esculturas Sonoras

No presente capítulo será abordada a história da Arte Sonora e da Interatividade que tem a sua origem no modernismo.

### 2.1 Origem e Evolução das Instalações Sonoras e da Interatividade

Desde o despertar da revolução industrial até aos dias de hoje, o homem tem valorizado cada vez mais a máquina e a tecnologia. Esta tendência começou com o movimento Futurista criado em 1909 por Marinetti, quando este publicou o seu Manifesto em vários jornais italianos e no jornal parisiense *Le Figaro*. No seu Manifesto Futurista, Marinetti apelava à criação de um movimento avant-garde e à renovação de Itália, pois rejeitava a situação atual do país, apesar de valorizar a sociedade industrial. Apelava ainda à fusão da arte e do social. Este movimento pretendia trazer inovações em várias áreas artísticas, como a poesia, pintura, escultura, artes decorativas, fotografia, tipografia, arquitetura, dança, teatro e cinema (Poggi, 2009, p.3).

O futurismo, enquanto corrente modernista defende e aprecia a tecnologia, a velocidade e a máquina. Luigi Russolo, pintor e compositor italiano futurista, defendia a estética da máquina, apreciando o ruído sonoro produzido por esta. Russolo, compara o início da estética do ruído ao crescimento emergente das máquinas, defendendo que estas produzem uma grande variedade de sons. (Russolo, 2004, p.5) Esta aproximação à máquina e consequente apreciação de aspetos estéticos presentes nesta, trouxeram a necessidade de renovar várias áreas artísticas. Luigi Russolo defendia que os ruídos presentes no dia a dia, produzidos pelas máquinas, deveriam ser utilizados na música e que esta deveria romper com a sua estrutura clássica, dando assim introdução à utilização de ruídos sonoros que passam a ser vistos como objetos estéticos. (Russolo, 2004, p.11). Esta procura por uma nova estética sonora está relacionada com a evolução do ser humano ao longo dos séculos. Este não se satisfaz com a estrutura clássica da música e sente necessidade de obter uma experiência sonora mais enriquecedora, afirmando que cada vez mais procuramos maiores sensações acústicas. (Russolo, 2004, p.6). Para além da máquina, notamos ainda que o homem começou a valorizar também o espaço e o ambiente que o rodeia, pois deixa-se fascinar por todo o tipo de ruídos à sua volta e sente necessidade de os transpor para a sua obra.

Segundo Russolo (2004) *"Let's walk together through a great modern capital, with the ear more attentive than the eye, and we will vary the pleasures of our sensibilities by distinguishing among the gurgling's of water, air and gas inside metallic pipes, the rumblings and rattling's of engines breathing with obvious animals spirits, the rising and falling of pistons, the stridency of mechanical saws, the loud jumping of trolleys on their rails, the snapping of whips, the whipping of flags."* (p.7).

Esta aplicação tem início no mundo musical, mas nota-se entretanto uma transição para o universo "sonoro". Temos como exemplo desta transição, a instalação "Waterwalk " de John Cage.



Figura 1: John Cage - Waterwalk (1944) from:

[http://classconnection.s3.amazonaws.com/542/flashcards/406542/png/water\\_walk.png](http://classconnection.s3.amazonaws.com/542/flashcards/406542/png/water_walk.png)

Podemos observar na instalação "Waterwalk" de John Cage, a presença de objetos do dia a dia que são utilizados para criar som e expor uma narrativa. Notamos ainda que se cria uma espécie de "*paisagem sonora*", formada pela junção dos vários sons em certos momentos. E ainda existe um som de piano que é utilizado para fazer um som de fundo.

John Grayson, escultor sonoro, investigador universitário, produtor de teatro e agricultor, defende que quando um som é encontrado, este necessita de uma forma para o seu instrumento. Neste caso, o instrumento é a "*escultura sonora*". A Escultura sonora pode ser classificada como instrumento ou como escultura onde o som é apenas complementar ou apenas um ponto de iniciação para se trabalhar com materiais. (Grayson, 1975, p.1). A escultura, para além do seu valor estético e funcional, deve também conter e expor uma narrativa ou uma mensagem, que deve ser clara e perceptível, proporcionado assim uma comunicação direta entre o espectador e a obra. Segundo Grayson, surgem sempre problemas na escolha de meios de comunicação para que a mensagem seja percebida (Grayson, 1975, p.1). Esta comunicação pode funcionar de diversas formas. O espectador pode simplesmente observar e contemplar a obra, assumindo uma posição estática, ou pode participar na experiência que esta lhe proporciona. A este tipo de experiência ou comunicação entre o homem e o objecto podemos chamar de "*interação direta*". O termo "*interação*" aqui empregue, pode remeter para a "*interatividade*". Mas o termo interatividade está relacionado com máquinas e tecnologia. Neste caso o termo correto a ser empregue é o termo "*participação*".

A arte antes do século XX, já continha alguns fatores que remetiam para a participação, embora esta não fosse de participação direta, mas sim de reflexão e observação. Na arte clássica e também no modernismo, o artista interage com o público quando o obriga a focar-se em detalhes e aspectos criados por si. (Manovitch, 2001, p.71). Notamos ainda que os media modernos aplicam técnicas que afetam aspectos cognitivos do espectador através de técnicas de montagem presentes no cinema e abstrações na área das artes visuais, que em vez de representarem realisticamente os objetos, optam por apostar em fragmentos dos mesmos ou



reduzi-los a formas e cores com objetivo de apenas sugerir e comunicar. Temos como exemplo desta abordagem a Figura 2 com o cartaz "Air Mail " de Frank Newbould.



Figura 2: Frank Newbould's Air Mail from:

<http://www.prlog.org/10661437-pioneers-of-modernism-poster-masters-of-the-20th-century.html>

As correntes modernistas, para além de alterarem e inovarem aspectos musicais, sonoros e visuais, também tencionavam alterar a própria experiência artística, a função do público e valorizar o espaço. A partir das influências do Dadaísmo e Futurismo, surgem as artes participativas. (Manovitch, 2001, p.71.). A partir da década de 60, começa-se a valorizar mais o espaço e a experiência da obra do que a própria peça artística e ainda se nota uma certa tendência de valorização do corpo, como objeto artístico e componente da obra. (LaBelle, 2006, p.87). A valorização do espaço, corpo e experiência da instalação, tem como base vários estilos ou correntes que surgiram durante o modernismo.

O "*Happening*" é um género de arte interdisciplinar que está diretamente relacionado com as artes cénicas e foi criado por Allan Kaprow que o caracterizava com um género artístico experimental, diretamente relacionado com o teatro, num formato multimédia. (Higgins, 2002, p.2). Os Happenings foram influenciados pelas tendências de John Cage e Jackson Pollock e com a mudança de objecto artístico para evento, numa abordagem teatral e performativa. (LaBelle, 2006, p.54). O Happening tem como base a espontaneidade, improvisação e imprevisibilidade e tem como objetivo integrar o público dentro do seu espaço, tornando a sua participação ativa. O Happening tem também intenção de proporcionar um ambiente imersivo, tornando a interação do público com a obra, próxima, permitindo que este navegue através dela, dando-lhe uma leitura mais aprofundada do que uma experiência contemplativa lhe daria.



Fig 3: Yard, 1961, Allan Kaprow from:

<http://www.art-intellect-practice.com/?p=8>

A obra representada na Figura 3, "Yard" (1961) de Allan Kaprow é um exemplo de obra *Happening*, pois existe um objeto artístico, neste caso sonoro, que apela à participação do público. Este objeto sonoro é uma voz que cita o comando "REARRANGE THE TIRES", com o objetivo de colocar o público a arrumar os pneus. Todo este ambiente de tensão, entre o espaço e o público, remete-nos para algo teatral ou cinematográfico. Segundo Buskirk (2009) "*REARRANGE THE TIRES*". *The repeat command, its authority bolstered by the familiar sounding intonations of an Obama impersonator...* ".

No mesmo contexto dos Happenings, surge ainda um género de arte similar, designado de "*Environments*". Este género de instalação baseia-se na construção de um espaço, constituído por vários objetos que contam uma narrativa. Este género de arte tenta representar ou reproduzir artisticamente a vida real. Os Environments centram-se mais na construção de um ambiente do que nos próprios objetos individuais ou seja apreciam-nos mais pelo conjunto do que cada peça individualmente. Estes objetos podem ter diferentes origens e no seu conjunto funcionam como cenário. (LaBelle, 2006, p.55).

A figura 4, "oranges hanging by strings" de Allan Kaprow, apresenta-se como um exemplo de environment constituído por vários objetos do quotidiano.



Figura 4: Allan Kaprow, oranges hanging by strings from:

<http://arttattler.com/archiveallankaprow.html>

Dentro destes eventos participativos, o corpo humano é utilizado como objeto de arte. O culto "*Body Art*", defende que todos os corpos devem ser utilizados e misturados no mesmo ambiente, numa abordagem performativa e participativa, que está presente nos Happenings e Environments. Reparamos ainda que dentro destas instalações, participam vários tipos de público que vão desde o público mais comum até aos performers e artistas que participam todos juntos. (LaBelle, 2006, p.55). Notamos com isto a destruição de barreiras que separam as várias pessoas dentro da mesma obra. O "*ator*" ou o "*performer*" passam a interagir diretamente com o público que, por sua vez, se integra na obra de imediato, rompendo com o papel de espectador. (Jones, 1998, p.1). A partir deste movimento, o "*corpo*" passa a ser visto como algo performativo e informal que rompe com a sua visão clássica. (Jones, 1998, p.5)

Na figura 5, "*Interior Scroll*" de Carolee Schneemann, observamos um corpo nu, numa situação performativa, numa pose provocante que segundo Schneemann rompe com a visão conservadora da arte clássica.



Figura 5: Carolee Schneemann (American, b. 1939), *Interior Scroll*, 1975. Llfachrome print,  
© Carolee Schneemann, Photography: Anthony McCall. from:  
<http://arttattler.com/commentaryjudychicago.html>

Surge ainda o movimento "*Fluxus*" que tem como base as ideologias dos Happenings e Environments e que valoriza questões como a interdisciplinaridade. LaBelle destaca a existência de uma quebra de barreiras entre os estilos artísticos, mas em contrapartida valoriza o trabalho colaborativo. Afirma ainda que durante os anos 50 e 60, a arte Nova Iorque, funcionou como um berço interdisciplinar onde artistas de diversas áreas trabalhavam em conjunto. (LaBelle, 2006, p.58). O objeto artístico recebe novos parâmetros de apreciação ou uma nova estética que deixa simplesmente de se cingir à aparência e funcionalidade e passa a ser valorizado pela sua interpretação e factores resultantes desta, como a *especulação*. O objeto artístico passa a ser simplificado a nível de complexidade visual e passa a obter uma estética mais simbólica, que remete à interpretação e imaginação do público. (LaBelle, 2006, p.59).

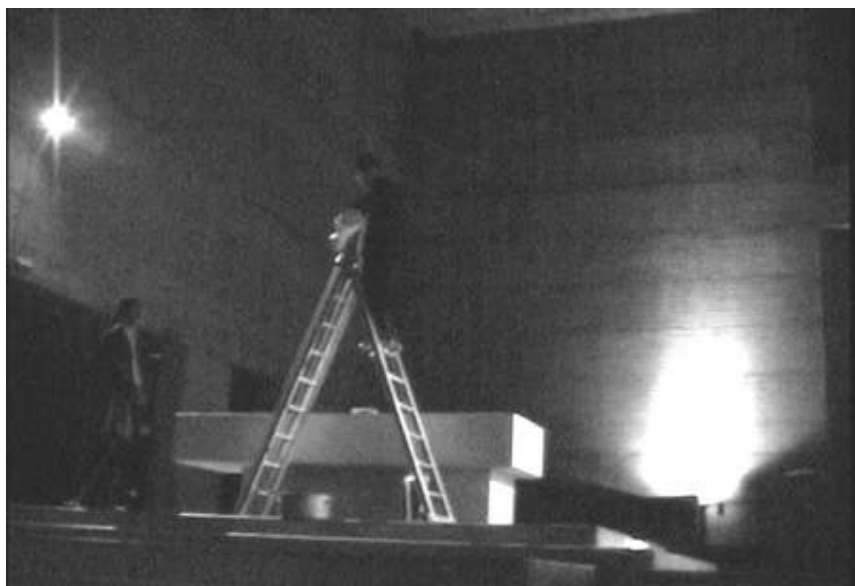


Figura 6: George Brecht Drip Music, 1959 from:

<http://rachelwetzler.tumblr.com/post/754560791/rivane-neuenschwander-at-the-new-museum>

O projeto "Drip Music" de George Brecht é um exemplo das intenções e objetivos artísticos do movimento "*Fluxus*", pois nota-se que este utiliza objetos do dia a dia como uma escada, um balde e um tanque para criar música, num cenário que nos remete para as atividades do cotidiano. Esta instalação apresenta ainda a questão da "*performance*" que pode ser singular ou executada por múltiplos participantes.

Dentro do movimento Fluxus surgem ainda a "*Conceptual Art*" e a "*Minimal Art*". Estes movimentos artísticos têm como base os anteriores, mas acrescentam ainda algumas particularidades.

O Conceptual Art tem como objetivo utilizar a percepção do utilizador. O utilizador participa mentalmente na instalação quando retira as suas próprias conclusões e percebe aspectos únicos no objeto de arte. (LaBelle, 2006, p.68). Tal como o movimento Fluxus, fixa-se na especulação. O próprio objeto artístico também é designado por conceito e entendido como uma linguagem. (Higgins, 2002, p.114). Este género artístico centra-se basicamente no pensamento do público e na sua interpretação. O objetivo desta corrente é o de desmaterialização onde o objecto artístico passa a ser apreciado pelo seu significado. (Marzona, 2005, p.7).

O Minimalismo ou *Minimal Art* é uma corrente artística que está presente em várias tendências artísticas. O seu termo "*Minimal*", foi inicialmente pensado para ser aplicado exclusivamente nas artes visuais. (Marzona, 2004, p.6). A Arte Minimal é baseada em objetos e materiais produzidos industrialmente. Utiliza formas simples e reduzidas. (Marzona, 2004, p.7). Podemos acrescentar que este ainda valoriza a repetição e utiliza poucos recursos, centrando-se no mínimo possível e essencial. (Cervo, 2005, p.46).

Dentro do universo do *Minimalismo* surge um artista que aplica os princípios das correntes modernistas nas *Esculturas*. Robert Morris era uma das principais referências artísticas dos anos 60. (LaBelle, 2006, p.75). As esculturas de Morris baseavam-se em formas geométricas simples e representacionais. Morris em vez de se preocupar com a sua estética enquanto objeto, preocupava-se com o espaço em seu redor, assim como a sua posição e dimensão no espaço. Estas preocupações de relação entre objeto e espaço, vêm de acordo com o termo *site specific*. O site-specific é a relação existente entre o objeto com o espaço ou evento. O termo geralmente é aplicado a um objeto que pertence a um determinado espaço.

Segundo Kaye (2000) "*Site- specific, then can be understood in terms of this process, while a 'site-specific work' might articulate and define itself through properties, qualities or meanings produced in specific relationships between an 'object' or 'event' and a position it occupies.*" (p.1)

Dentro do universo das instalações e em resposta e consequência dos estilos e tendências que foram abordados anteriormente, surgem as "*esculturas sonoras*".

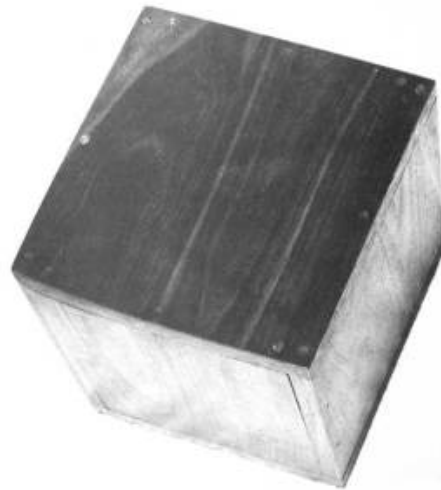


Figura 7: Robert Morris - Box with the sound of its own making, 1961 from:  
<http://emilypennresearch.wordpress.com/2011/12/06/robert-morris-box-with-the-sound-of-its-own-making-1961-henry-coombes-december-2011/>

A escultura "Box" de Robert Morris é formada por uma estrutura cúbica de madeira que contém a gravação de sons produzidos durante a sua construção, que podem ser reproduzidos durante três horas. Esta escultura sonora vai de encontro aos ideais do Conceptual Art que defendem a interpretação. Aqui a componente sonora remete-nos para a percepção de um passado, que é percebido no presente. Este efeito é criado através do som que esta produz e também pelo seu visual. Aqui percebemos o contraste da percepção, enquanto que o som nos remete para o passado, a imagem remete-nos para o presente. (LaBelle, 2006, p.81).

Para além da dimensão "*temporal*" que a instalação proporciona, verifica-se que existe também uma dimensão "*espacial*". Esta dimensão espacial é criada a partir do som que se propaga pelo espaço e é captada de diferentes modos, consoante a posição do público no espaço. (LaBelle, 2006, p.81). Reparamos ainda que a escultura "Box" segue o estilo Minimal, visto que tem um aspecto simplificado e geométrico, que nos remete para algo Industrial, embora tenha sido construída manualmente. Nota-se ainda a tendência de ignorar o ornamento ou complexidade visual no objeto e a valorização do espaço e dimensão. Tal como o som, o seu visual remete para uma dimensão espacial, onde o público pode obter vários pontos de vista, podendo variar a sua percepção em relação ao objeto, a nível de proximidade e perspectivas. Esta instalação pode ainda ser colocada no contexto dos Happenings e Environments visto que funciona a partir da participação do público. Consoante este se move no espaço, obtêm diferentes resultados de percepção audiovisual. Percepção esta que nos remete para as tendências Fluxus que exploram a interdisciplinaridade. A ligação das esculturas sonoras com o homem, seja este público ou performer, retrata a relação homem/objeto presente no modernismo e que se encontra igualmente na era contemporânea, quando o homem interage com a máquina ou com o digital. (Grayson, 1975, p.4).

Os escultores sonoros são artistas que trabalham em diferentes áreas artísticas que se interligam, num trabalho de grupo e "*interdisciplinar*". Grayson afirma que os membros de uma equipa, apesar de possuírem diferentes qualificações em diferentes áreas, trabalham em conjunto com o objetivo de pesquisar e criar. (Grayson, 1975, p.1). As esculturas sonoras são geralmente utilizadas em instalações, performances ou ambas. Os irmãos Baschet, são um exemplo dessa multifuncionalidade, pois convidam o público a experimentar os seus instrumentos no fim dos concertos. (Grayson, 1975, p.4). Podemos observar os seus instrumentos na figura 8, abaixo representada.

Dentro desta abordagem experimental, entra a questão da experiência e descoberta. A arte começa a incentivar o público a interagir diretamente com o objeto e a tentar decifrar a sua mensagem ou a sua utilização. A interação passa a ser direta. O utilizador manuseia e toca no objeto. A experiência participativa começa a ser mais tangível e palpável. (Grayson, 1975, p.7).



Figura 8: The Lasry Baschet performance group as they appeared in a photoshoot for 'Life' magazine (1963) from: <http://labouscarle.wordpress.com/page/2/>

As esculturas sonoras tanto podem existir em espaços interiores como exteriores e exploram a relação de espaço e objeto. Podemos observar um desses exemplos na figura 9 " Panopticon: The Singing Ringing Tree ", representada abaixo.



Figura 9: Panopticon: The Singing Ringing Tree, overlooking Burnley in the north west of England. from: [http://en.wikipedia.org/wiki/File: Singing\\_Ringing\\_Tree\\_Stitch.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Singing_Ringing_Tree_Stitch.jpg)



A escultura "Panopticon: Singing Ringing Tree" de Mike Tonkin e Anna Liu of Tonkin Liu é uma referência de escultura exterior. Em contraste com os instrumentos de Baschet, esta escultura não depende de ação humana para produzir som, em vez disso, funciona através de mecanismos naturais como o vento que a fazem produzir som. Tal como esta ainda temos o exemplo das "*Harmonic Wind Harps*" representadas na figura 10, que tal como a "Panopticon: Singing Ringing Tree", utilizam a ação do vento para produzir som e também são *site-specific*, sendo criadas para locais específicos como casa, jardins, parques restaurantes. (Welcome to Harmonic Wind Harps, 2014)



Figura 10: A three foot window wind harp from:

<http://harmonicwindharps.com/>

Para além da ação eólica também existem esculturas de ação hidráulica como a "Water Flute" ou "hydraulophone" representada na figura 11. Esta escultura está presente no parque "Six Flags water park" nos Estados Unidos e consiste numa escultura ou instrumento musical que expele água a partir de orifícios, obrigando o público a tapar estes orifícios. Quando estes orifícios são tapados, a escultura produz som parecido com um som de um órgão. (Ganapati, 2010).



Figura 11: Water Flute from:

<http://www.wired.com/gadgetlab/2010/08/hydraulophone/>

Dentro do âmbito do som ambiente, nas esculturas sonoras, destaca-se Harry Bertoia, com a sua instalação "*Sounding box*". Esta instalação é constituída por vários grupos de metais, que quando recebem interação do público, vibram e produzem som. Estes grupos de metais estão divididos em diferentes categorias, mas funcionam em conjunto criando uma composição em tempo real. Na figura 12 está representado um dos módulos presentes na instalação.

Reparámos nesta obra que mais uma vez existe a interação entre público, objecto e espaço. Tal como os irmãos Baschet, Bertoia possibilita a criação por parte do público. A sua instalação produz sempre diferentes resultados, consoante a utilização que o público lhe dá. Mais uma vez, está presente a ideia de descoberta e experimentação. (Grayson, 1975, p.20)



Figura 12: Untitled stainless steel wires set in artist's concrete base with aluminum trim by Harry Bertoia, 1965, Hirshhorn Museum and Sculpture Garden (Washington, D. C.) from: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Untitled\\_stainless\\_steel\\_wires\\_set\\_in\\_artist%27s\\_concrete\\_base\\_with\\_aluminum\\_trim\\_by\\_Harry\\_Bertoia,\\_1965,\\_Hirshhorn\\_Museum\\_and\\_Sculpture\\_Garden\\_%28Washington,\\_D.\\_C.%29.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Untitled_stainless_steel_wires_set_in_artist%27s_concrete_base_with_aluminum_trim_by_Harry_Bertoia,_1965,_Hirshhorn_Museum_and_Sculpture_Garden_%28Washington,_D._C.%29.jpg)

Dentro do universo das esculturas sonoras ainda surgem as esculturas cinéticas. Com a máquina integrada na escultura, estas passam a mover-se. Charles Mattox é uma das principais referências e o criador da obra representada na Figura13: Blue Seven Diagram e Figura14: Blue Seven - painted fiberglass (motorized). Esta escultura é constituída por motores interiores que a fazem mover. Esta é constituída por uma figura em forma de número 7 que se move lentamente até bater numa esfera preta. (Grayson, 1975, p. 81).

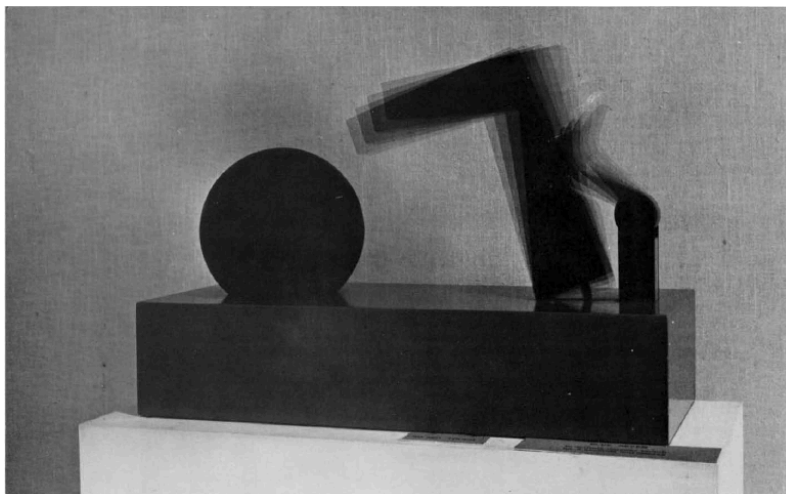


Figura 13: Blue Seven Diagram

from: Grayson, J. (1975). *Sound sculpture: a collection of essays by artists surveying the techniques, applications, and future directions of sound sculpture*. Vancouver, British Columbia, Canada: A.R.C. Publications. (p.82-83).

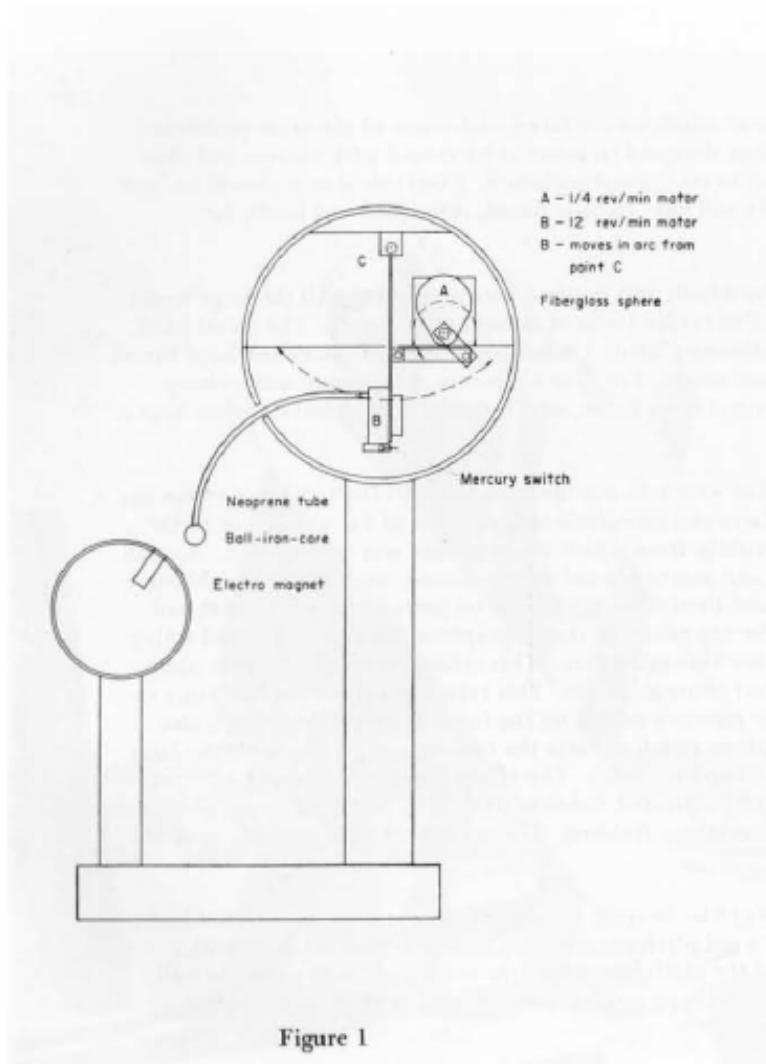


Figura 14: Blue Seven - painted fiberglass from: Grayson, J. (1975). *Sound sculpture: a collection of essays by artists surveying the techniques, applications, and future directions of sound sculpture*. Vancouver, British Columbia, Canada: A.R.C. Publications. (p.82-83).

A aplicação da máquina na escultura e o próprio movimento remetem-nos para o contemporâneo e para as instalações multimédia onde o mecânico, o objeto e o digital funcionam em conjunto. As novas estéticas, o experimentalismo e as correntes artísticas provenientes do modernismo criaram as bases para as instalações contemporâneas. Podemos observar algumas destas características no trabalho de Zimoun, representado na figura 15. Reparámos que esta instalação/escultura segue princípios minimalistas, visto que as caixas usadas são módulos simples, pertencentes a um padrão que funciona como um objeto único num espaço. Esta obra, tal como a obra "Box" de Robert Morris, remete-nos para o industrial e também possibilita ao público obter diferentes percepções do objeto ou escultura ao longo do espaço e consoante a posição que ocupam neste. Podemos ainda notar que existe semelhança com o projeto "Blue Seven" de Mattox, pois tal como nesse projeto, existe uma necessidade de utilizar mecanismos "*actuadores*" para produzir som.

Podemos assim concluir com esta comparação de objetos que os princípios se mantêm e que o digital e o electrónico apenas acrescentam mais possibilidades.



Figura 15: 200 prepared dc-motors, 2000 cardboard elements 70x70cm Zimoun + Hannes Zweifel 2011 from: <http://harxest.com/site/2011/05/18/zimoun-sound-sculptures/>

Tal como Zimoun e Morris, também Steven White utiliza o mecanismo electrónico nas suas esculturas. Na figura 16 podemos ver representada a sua obra. Esta escultura foi criada a partir de objetos encontrados numa quinta abandonada. (Wlizlo, 2010.) Tal como as esculturas cinéticas, abordadas anteriormente, também depende de um mecanismo que a faz mover, produzindo assim som.





Figura 16: Happy Apple Tree - Steven White from:

<http://www.utne.com/arts/art-and-sound-sculpture-steven-white.aspx>

Em paralelo com as instalações e com a estética do ruído surge a música electrónica. John Cage, artista em ambas as áreas, defende o "ruído" como objeto de igual importância ao som tonal, visto que ambos são sons. (Holmes, 2005, p.10).

Desde a sua origem, nos anos 50, a música electrónica tem sido sempre difícil de definir. (Holmes, 2005, p.5). A música electrónica é um género de música em que o som é gerado a partir de equipamento electrónico. Holmes divide a música electrónica em duas categorias, que são a música electrónica pura e a electroacústica. A música electrónica pura, tem como origem, equipamento electrónico que gera som enquanto que a música electroacústica consiste na manipulação de sons naturais que são alterados eletronicamente. (Holmes, 2005, p.6). Enquanto a música electrónica pura funciona a partir de sintetizadores e de todo o tipo de equipamento que por si só cria ou gera som, a música electroacústica funciona com base na alteração de sons existentes, vindos de instrumentos ou qualquer fonte acústica natural.

Este género musical é constituído por dois formatos diferentes: o analógico e o digital. O analógico remete para o equipamento físico, enquanto que o digital se baseia em programas informáticos que seguem os mesmos princípios. Apesar de terem diferentes naturezas, estes tipos de "*síntese*" apenas se diferenciam, pelo modo de tratamento do sinal eléctrico. O processamento analógico é processado sobre a corrente eléctrica que é representada em forma de ondas sonoras que são controladas e manipuladas pelo músico em tempo real, através de equipamento analógico que permite manipular os seus parâmetros. De seguida, o sinal é amplificado e transmitido para o equipamento de conversão (altifalantes ou colunas) que fazem a conversão deste sinal eléctrico para vibrações ou oscilações de pressão de ar, que nos permitem ouvir o som.

No processamento digital, os princípios são os mesmos, mas em vez de o utilizador interferir diretamente com o sinal eléctrico, interfere com circuitos pré-programados para gerar este

tipo de ondas. Aqui o utilizador interfere com código informático binário que, por sua vez, ativa a produção de ondas sonoras nos circuitos através de impulsos elétricos. (Holmes, 2005, p.6 )

Dentro deste género artístico, destaca-se Pierre Schaeffer, criador da música Concrète. A música Concrète é caracterizada por se basear em composições sonoras com base tecnológica e mecânica. Esta teve início quando Pierre Schaeffer juntamente com Pierre Henry criaram o grupo "*The Groupe de Recherche de Musique Concrète*" em 1951, enquanto Schaeffer, trabalhou como investigador na Radiodiffusion-Télévision Française (RTF), desde 1944. Estas investigações tiveram grande influência na música e levaram à criação da música eletroacústica. Durante esta altura Schaeffer pesquisava e fazia experiências sonoras através do equipamento a que tinha acesso na rádio. A partir dessas experiências, explorava os processos de composição sonora ao máximo, explorando fonógrafos, gravadores e todo o tipo de técnicas de manipulação. (LaBelle, 2006, p.24-26). Como exemplo desta abordagem, temos o concerto "*Études des Bruits*" de 1948, representado na figura 17.

Esta abordagem experimental também é notada nas obras de John Cage e Luigi Russolo, que tentavam reproduzir sons do quotidiano e apreciavam o ruído em oposição aos sons tonais. Schaeffer servia-se de gravações de diferentes fontes sonoras como gravações de instrumentos, carris e sons sem sentido e sobrepostos e manipulava-as, aplicando várias técnicas como a aceleração/ desaceleração, alterando assim a altura ou tom. Utilizava ainda repetições, colocava e recolocava aleatoriamente os sons, criando composições totalmente aleatórias. Utilizava também discos danificados e riscados entre outros tipos de manipulação.

Com este tipo de soluções, pretendia colocar a atenção do ouvinte no próprio som e peça musical enquanto objeto artístico, em vez de apelar à sua interpretação.



Figura 17: Pierre Schaeffer - *Études de Bruits* (1948) from:

<https://www.youtube.com/watch?v=CTf0yE15zzI>

A Arte, com a chegada dos computadores, conhece um novo mundo - o digital.

Richard Colson refere que atualmente os artistas digitais se guiam por regras e métodos criados nos anos 1950s e 1960s, onde os primeiros computadores apenas existiam em grandes empresas. Nessa altura, os artistas digitais necessitavam perder muito tempo com estas máquinas e a criação de trabalhos visuais só era possível com grande persistência. (Colson, 2007, p.12). Os computadores hoje em dia são uma das principais ferramentas para a concepção de arte. Embora o computador faça parte de uma área científica em oposição à artística, hoje em dia reúne ambas as áreas. Stuart Mealing, defende que esta interligação é classificada como uma nova área em que os computadores e a arte se tornam Arte computacional ou Arte Digital.

Segundo Mealing (2002) *"Computers and art', however, is an altogether more expansive subject which can look at the practice and potential of computer as tools, enablers, creators and as sources of inspiration in the field of the visual arts."* (p.5)

Com o surgir da *Arte Digital*, nasce o termo *"Interatividade"*. A interatividade atualmente remete-nos para a relação entre Homem e Computador, mas na realidade o termo é mais abrangente.



## 2.2 Estudo da Interatividade nas Instalações

A Interatividade surge em consequência do progresso tecnológico e da criação dos "*Novos Media*". O termo interatividade remete-nos para a utilização do computador. Mas este termo vai além desta definição e emprega-se também noutros contextos. Manovitch defende que este termo é demasiado abrangente e por isso evita a sua utilização. (Manovitch, 2001, p. 70).

Antes de abordar os Novos Media, convém defini-los. Podemos entender como novos media, as formas de arte que surgiram com o progresso tecnológico como a fotografia, o cinema o vídeo e o computador. (Giannetti, 2006, p.2). Os Novos Media surgem com o avanço tecnológico do século XX e também com a tendência de ruptura com os estilos artísticos clássicos tal como as correntes modernistas. A "*Media Art*" pode ser classificada como uma manifestação artística, tal como as correntes modernistas, mas ao contrário destas, conta com as tecnologias electrónicas e digitais que acabam por gerar mudanças a nível de conceito e estética. (Giannetti, 2006, p.1)

Dentro destes suportes artísticos surge a "*Arte Interativa*". Esta utiliza os mesmos princípios que a "*Arte participativa*" que tinha como função colocar o público a interagir com a obra e com o espaço. A diferença é que a Arte Interativa utiliza recursos tecnológicos para atingir esses fins, colocando desta forma, o utilizador a comunicar através de uma interface que é o objeto mediador que faz a ligação do público com a obra ou espaço. (Giannetti, 2006, p.1)

Dentro da Interatividade ou Arte Interativa, existem vários elementos que se relacionam, como o utilizador, o objeto/interface e o espaço, sendo Interface o objeto tecnológico que serve de meio de comunicação.

A Interface pode ser dividida em duas partes: a interior e a exterior, sendo que a interior é o código e a exterior é a aplicação gráfica ou programa que contém o código. Bolter e Gromala afirmam que o código pode ser considerado como um objeto estético, considerando a programação uma forma de arte. (Bolter & Gromala, 2004, p.1).

O código geralmente não está visível, mas sim mascarado com uma aplicação digital, construída e pensada para um público, que a utiliza para comunicar. Esta aplicação geralmente depende de dois profissionais distintos: o *programador* que escreve o código informático e é o responsável pela troca de mensagens entre sistema e programa e o *designer* que desenha o programa e é o responsável pela comunicação entre o público e o sistema. Dentro deste paralelismo de criação surgem duas estéticas: uma que só pode ser apreciada pelos criadores (programador e designer) e outra que só pode ser apreciada pelo utilizador que à partida não tem conhecimento sobre código e apenas utiliza os objetos do programa. Segundo Bolter & Gromala, quem valoriza o código, aprecia a estética da linguagem computacional e da manipulação de código. (Bolter & Gromala, 2004, p.1). Quem não tem acesso ao código, como é o caso do público, limita-se a apreciar a sua experiência que este lhe proporciona. (Bolter & Gromala, 2004, p.1).

Podemos concluir com este estudo que a interface deve ser intuitiva e funcional, independentemente do seu formato ser visível ou invisível.

Giannetti defende que o design de interface deve ser criado com base na percepção. E que o criador deve ser capaz de pensar na obra, através do ponto de vista do utilizador. O criador da interface deve conceber esta pensando em primeira instância no utilizador. Esta deve ser

organizada de forma a que o utilizador, sem conhecimentos prévios consiga intuitivamente e automaticamente utilizá-la. Mas para que isso seja possível é necessário que todas as operações e funções contêmham um simbolismo simples que faça parte do conhecimento do utilizador ou que pelo menos seja fácil de decifrar. Por isso concluímos que o criador, para além de se preocupar em expor a sua ideia e estética, deve antes de mais, torná-la perceptível ao utilizador. Neste caso, a funcionalidade acaba por ser fundamental e mais importante que a estética. (Giannetti, 2004, p.2).

Dentro deste âmbito ainda existe outro aspecto a ter em conta que são as possibilidades ou soluções que o utilizador consegue reter da experiência interativa. O criador da interface, para além de ser responsável pela comunicação, também é responsável por criar a possibilidade de retirar diversas soluções da sua experiência. Para além da concepção do objecto, o criador desenha a experiência e prevê os resultados obtidos pelo utilizador. Com isto percebemos que todo o processo criativo do utilizador é pré-planeado pelo criador da interface. Manovitch defende que a estrutura interativa é feita de modo a colocar o utilizador dentro do pensamento do criador da obra. (Manovitch, 2001, p.74). Mas, apesar de o processo ser sempre pré-controlado pelo criador da obra, obtemos sempre resultados diferentes consoante o tipo de público que a utiliza. Este princípio de resultado diversificado rompe com a ideia clássica de objeto estático e concluído, que apenas era contemplado por um espectador passivo. Agora a obra está permanentemente inacabada e obtém sempre diferentes efeitos. (Giannetti, 2004, p.2).

A Reactable<sup>4</sup>, representada na Figura 18, é um instrumento musical electrónico baseado numa mesa que serve de Interface Tangível, que foi criada por Sergi Jordà, Marcos Alonso, Martin Kaltenbrunner e Günther Geiger.

Jordà afirma que a Reactable foi criada com o objetivo de criar o melhor instrumento musical, baseado em computador. Esta deve ter um design intuitivo e atrativo que sirva para vários utilizadores ao mesmo tempo e que seja confortável, a nível de utilização. (Jordà, 2008, p 276). Notámos que Jordà seguiu a preocupação que um criador de interfaces deve ter em relação ao utilizador. Jordà acima de tudo queria construir um objeto para o utilizador.

Mas, para além da preocupação com o utilizador, Jordà pretendia criar um instrumento complexo, por isso, baseou-se na síntese modular que remete para os primeiros sintetizadores, criados por Moog e Buchla. A própria arquitetura da Reactable segue o mesmo princípio destes sintetizadores, pois, funciona a partir de ligações entre módulos que controlam parâmetros sonoros. Segundo Jordà, a Reactable é constituída por cinco grupos de funções, sendo que estes se dividem em geradores, filtros, controladores, objetos globais e selecionadores. Cada tipo de função está associada a um símbolo. (Jordà, 2008, p 278).

Concluimos então, que para interagir com a mesa é necessário interagir com os objetos que a constituem, sendo que estes interagem entre si, modulando sons.

Podemos observar aqui o controlo que o criador tem sobre a criação do utilizador. Toda a arquitetura desta interface foi pensada e pré-programada. Reparamos ainda que estes objetos interagem uns com os outros e criam um resultado conjunto. Resultado este que varia sempre com a atuação do utilizador, mas que nunca contradiz o pré-pensamento do criador. Por muito

---

<sup>4</sup> <http://www.reactable.com/>

complexa que seja a solução apresentada pelo utilizador, nunca vai estar para além do conhecimento e controlo do criador.



Figura 18: Reactable Multitouch from:

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Reactable\\_Multitouch.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Reactable_Multitouch.jpg)

A Reactable destaca outro factor essencial que é a experiência social. Reparamos que esta interface pode ser utilizada por várias pessoas ao mesmo tempo, criando assim uma experiência de conjunto. O utilizador partilha a experiência com outros utilizadores, não só no mesmo *espaço físico*, mas também no mesmo *espaço virtual*.

A interface cria a ligação entre utilizador e o sistema. Este sistema é constituído por um espaço que transcende a realidade e que não é físico. Dentro deste, podemos perceber objetos bidimensionais ou tridimensionais, mas que na realidade, não tem massa, não são sólidos e apenas são imagens geradas digitalmente, com fins representativos. Apesar desta dimensão virtual ser fictícia e representativa, acaba também por romper com o clássico, visto que mais uma vez o espaço é um local de representação e interação. Tal como nos *Happenings*, permanece a ideia de participação, pois, o público participa e interage.

O espaço deixa de ser apenas físico e conhece uma nova dimensão designada por *espaço virtual*.

Martin Rieser afirma, na obra "Computers & Art", de Stuart Mealing, que a experiência virtual do público está relacionada com a necessidade de participar num ambiente espacial. (Mealing, 2002, p.).

Segundo Mealing (2002) "*In Virtual Reality (VR) the specialization of audience experience is naturally derived from the need for a participatory spatial environment.*" (p.84).

Podemos observar que este espaço virtual de que Rieser fala, se encontra na Reactable, não no espaço físico à sua volta, mas no ambiente digital que esta cria e onde o público interage.

Dentro deste espaço onde os utilizadores se reúnem e comunicam entre si, estão também presentes "*objetos*", que tal como o "*espaço*", passam a conhecer uma nova realidade. Estes

objetos podem ser, por exemplo, as ferramentas e menus que o sistema digital nos apresenta consoante a interação do público.

A Reactable apresenta-nos ainda objetos de diferentes realidades. Temos objetos físicos, que neste caso, são os sólidos que são colocados sobre a mesa e temos os digitais que são todas as representações e informação que o ecrã nos apresenta quando colocámos os objetos. Podemos observar este contraste de realidades de objeto, na figura 19.



Figura 19: Reactable Mobile [iPhone, iPad, Sound] from:  
<http://www.creativeapplications.net/iphone/reactable-mobile-iphone-ipad-sound/>

O espaço virtual ainda tenta representar ou simular o real. Podemos observar esta tendência em videojogos e software de simulação. Apesar de ter sido criada uma nova dimensão espacial e temporal, não há necessariamente que romper com a dimensão física. Manovitch defende que estas se complementam, afirmando que as simulações tentam juntar o virtual ao espaço físico em vez de os separar. (Manovitch, 2001, p.112).

Como exemplo desta proximidade temos a obra "The Legible City" de Jeffrey Shaw, representada na figura 20.



Figura 20: The Legible City- Jeffrey Shaw (1989-1991)

from: <http://bridell.com/legible-city/>

Nesta instalação, o utilizador percorre uma cidade constituída por letras, gerada por um motor de gráficos 3d, através de uma bicicleta estática. E ao longo do caminho percorrido através da simulação, vão aparecendo palavras que consoante a ação do público, se vão juntando e criando frases, construindo assim narrativas. O guiador e os pedais, controlam parâmetros como a velocidade e a direção. Jeffrey Shaw acrescenta ainda que tentou transpor a experiência física do ciclismo para esta instalação. (Shaw, n.d, para.2).

Podemos concluir, com a análise desta instalação, que o artista contemporâneo tenta transpor experiências da vida real para esta nova dimensão, tentando simulá-las. Mesmo o próprio ambiente virtual tenta de certa forma representar o real mesmo que seja de uma forma abstracta. Nesta obra, o texto aparece organizado com base em plantas de cidades. (Shaw, n.d, para.1). Toda esta simulação e interação requer a utilização do corpo por parte do utilizador, tal como nas instalações modernas. O valor estético passa a estar presente no acontecimento e não tanto no visual. O utilizador tenta controlar a situação e como interage diretamente com esta, passa a ter mais intimidade, mais emoção e sentimento, o que faz com que este compreenda melhor a sua mensagem e crie com esta uma linguagem de comunicação. E é aqui que entra o corpo. Este serve como linguagem de comunicação entre utilizador e sistema. O corpo passa a comandar o sistema e o acontecimento, portanto tudo gira em torno do movimento do utilizador. O movimento vence o estático que dominava a arte antes do século XX.

O corpo, tal como o espaço e o objeto, também ganha identidade no virtual. Aqui o utilizador pode experimentar outros corpos e assumir novas identidades que, por sua vez, ainda dependem da sua forma física e do seu movimento. (Manovitch, 2001, p.112). O utilizador quando interage com a interface precisa de se mover e gesticular, sendo que este movimento e interação física é que permitem a manipulação *virtual*.

Temos como exemplo deste facto o projeto "Transfinite" de Ryoji Ikeda, representado na figura 21.



Figura 21: Ryoji Ikeda - Transfinite, photo: James Ewing, courtesy of Forma from:  
<http://www.ryojiikeda.com/project/thetransfinite/>

Nesta instalação, as pessoas movimentam-se pelo espaço e a partir da sua performance espacial, o computador gera gráficos e sons que criam um ambiente virtual em redor do público. Nota-se neste cenário uma fusão entre o real e o virtual. Para além do cenário visual, é ainda criada uma paisagem sonora, em tempo real, que depende da interação do público para o seu funcionamento.

No próximo capítulo será abordada a interatividade no universo sonoro (esculturas sonoras). A abordagem será feita a partir de obras existentes em ambos os universos, e ainda serão abordadas tendências artísticas que surgem entre estes dois contextos.



## 2.3 Estudo do Objecto Artístico

Com a consequente evolução do modernismo até ao contemporâneo, foi-se notando cada vez mais a valorização do espaço, da participação, do objecto interativo e da experimentação. Percebemos ainda que existe uma certa tendência para reproduzir a natureza e a vida quotidiana nas obras. Formatos como a imagem e o som foram redefinidos e em paralelo seguiram as mesmas tendências. Podemos observar este paralelismo com a seguinte comparação: enquanto Jeffrey Shaw tenta reproduzir a realidade de uma forma abstracta num formato virtual, presente na sua obra "The Legible City", podemos observar que Russolo, seguiu o mesmo princípio com o formato sonoro. Como foi abordado anteriormente, Russolo tentou quebrar com o formato clássico da música e tentou renová-lo a partir do ruído sonoro. Esta estética era baseada no som ambiente produzido pelas máquinas na cidade. Surge assim a arte sonora. Esta arte foi também seguida por John Cage e Alan Kapprow que a utilizavam nas artes participativas, experimentais e performativas, como os Happenings. Outros artistas como os irmãos Baschet, Harry Bertoia, Charles Mattox e Robert Morris, também tentaram renovar a música, mas desta vez através de instrumentos personalizados, designados por esculturas sonoras. As esculturas sonoras, como foi abordado anteriormente, tanto podiam funcionar como instrumentos de ação humana, como objetos que produzem som a partir do ambiente, onde eram inseridos com função espacial e ambiente, no contexto de *Site-Specific*. Temos como exemplo de *Site-Specific*, as obras de Zimoun, onde a escultura funciona automaticamente por ação mecânica e também a obra "Panopticon: Singing Ringing Tree", onde a escultura produz som a partir do vento, num local aberto.

Com a valorização da estética do ruído, a experimentação e o culto da música electrónica, surge o "*Circuit Bending*". Um dos seus pioneiros e principal referência é Reed Ghazala, autor dos "*Alien Instruments*". Os Alien Instruments são instrumentos criados a partir de brinquedos e objetos electrónicos alterados.

Reed Ghazala começou a sua experiência artística em áreas como a pintura, o teatro, música com aulas de piano clássico. A partir dos 12 anos, começou a explorar o mundo da arte experimental até abandonar os estudos e dedicar-se aos seus interesses artísticos. (Ghazala, 2005, p.xiii.). Ghazala é criador de instrumentos e também compositor. A figura 22: Incantor, é uma das suas obras principais.

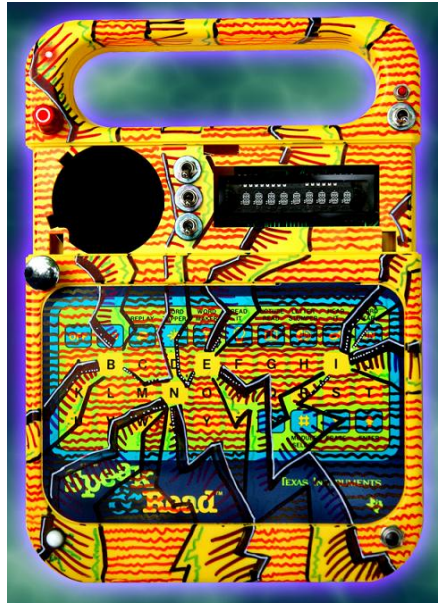


Figura 22: Incantor from:

<http://getlofi.com/circuitastrophe-and-ghazalas-be-in-this-weekend/>

O Instrumento "*Incantor*", segundo Ghazala, obtém sempre diferentes resultados sonoros consoante a manipulação efetuada sobre este. Este instrumento foi modificado e foi-lhe acrescentado um botão designado de "*Loop Search*" que cria um *loop* ou repetição constante sobre o som processado no momento. A partir desta funcionalidade, este instrumento proporciona infinitas variações. Reparámos que esta estética de objeto inacabado e múltiplas variações e soluções, estão diretamente relacionadas com a tendência do experimentalismo, presente durante o modernismo. Para além da função "*Loop Search*", foi ainda adicionada a função "*Loop Hold*", que serve para bloquear o loop que pode ser alterado em parâmetros como o "*speed/pitch*", através de um speed dial, que é mais uma das adições feitas sobre o instrumento *Incantor*. Este instrumento é utilizado a partir de interação tangível, visto que a ação sobre este é direta e depende do corpo humano, neste caso, a mão que o controla e manipula. Em oposição a este instrumento, Ghazala criou o instrumento "*Photon Clarinet*", presente na Figura 23, que funciona sem ação direta. Este funciona através da ação gestual que é captada por sensores. (Q.R. Ghazala, Behind the Circuit Bending, April 30, 2011).





Figura 23: Photon Clarinet from:

[http://www.anti-theory.com/sales/sales\\_gallery/q/main.html](http://www.anti-theory.com/sales/sales_gallery/q/main.html)

Os sensores são conversores de grandezas físicas que captam estímulos e os transformam em sinais elétricos, em oposição aos mecanismos actuadores que funcionam em sentido inverso e convertem a energia elétrica em energia hidráulica, pneumática e mecânica. (Piedade, 2010, p.2). Estes mecanismos estão diretamente relacionados com o movimento nas instalações. Quando os "*objetos cinéticos*" não dependem de ação natural para se moverem, precisam de mecanismos que os façam e estes mecanismos são os actuadores.

Outro exemplo da aplicação de sensores e actuadores é a escultura "*Radial String Chimes*" de Álvaro Barbosa, representada na figura 24, que consiste num equipamento analógico que gera som através do vento e da colisão de palhas sobre cordas que ressoam num sensor piezo. (Barbosa, 2010).

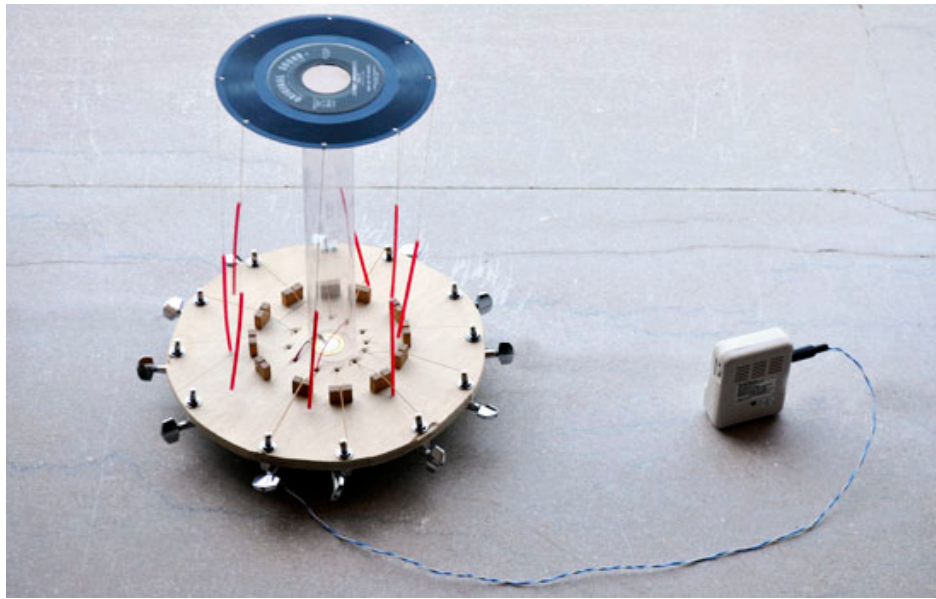


Figura 24: Radial String Chimes - Álvaro Barbosa from:

<http://www.abarbosa.org/work.html>

Na figura 25, podemos observar uma escultura sonora que tem como base actuadores tipo motor "*Servo*", que são controlados através de comandos. No caso da escultura, o motor Servo é controlado por um "*Arduino*"<sup>5</sup> que permite interceptar códigos entre o computador e o objeto externo, que neste caso é a escultura. O Arduino é uma plataforma de prototipagem aberta, baseada em Hardware e Software e consiste num microcontrolador, que é um sistema baseado num único chip que ainda contém memórias, clock e periféricos. (Gomes & Tavares, 2013, p.1). O Arduino funciona assim como objeto intermediário entre a interface que é o computador e o objecto ou ambiente.

Este género de instalação acaba por remeter para a ideia de performance, visto que o performer controla toda a atuação em tempo real.

---

<sup>5</sup> <http://arduino.cc/en/main/software>

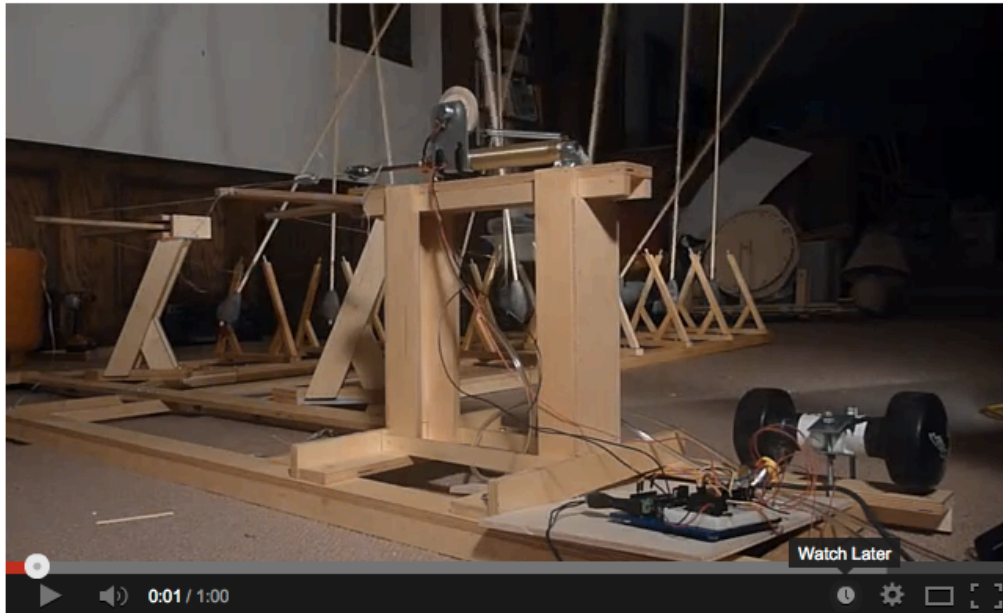


Figura 25: Arduino Pneumatic Servo Sculpture Test from:  
<https://www.youtube.com/watch?v=7SBwPNAzmFw>

Dentro do universo dos mecanismos actuadores destaca-se ainda o "Notomoton"<sup>6</sup>.

O Notomoton é um robot musical constituído por dois tipos de mecanismos batedores que são o "*TrimpTron*" e "*KalTron*". Os *TrimpTron* são batedores que se situam na cabeça do tambor e os *KalTron* são batedores de alta-velocidade com movimento rotacional. (Notomoton, 2010)

Na figura 26, podemos observar um exemplo da aplicação do Notomoton. Nesta instalação reparámos que o mesmo sistema atua sobre diferentes instrumentos. Dando assim possibilidade de criar uma espécie de orquestra de instrumentos que atuam ao mesmo tempo. Para além da aplicação do Notomoton, reparamos que o instrumento que está a ser tocado pelo utilizador também tem uma função interativa. Consoante as teclas são tocadas, certas funções são ativadas e mudam o comportamento do Notomoton.

<sup>6</sup> <http://www.karmetik.com/robot/notomoton>



Figura 26: MSTR:DRMMR++ (Machine Learning for Pitched Percussion and Musical Robotics) from: [https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=4SoyRqfb6JQ](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=4SoyRqfb6JQ)

Tal como o projeto "MSTR:DRMMR++", apresentado na figura 26, temos o "Virtual Vibraphone with Sliders", representado na figura 27, que também proporciona uma multifunção ao instrumento. Neste caso, o instrumento para além da sua função inicial de produzir som pode também controlar "*faders*" presentes no software, que por sua vez também afetam parâmetros.

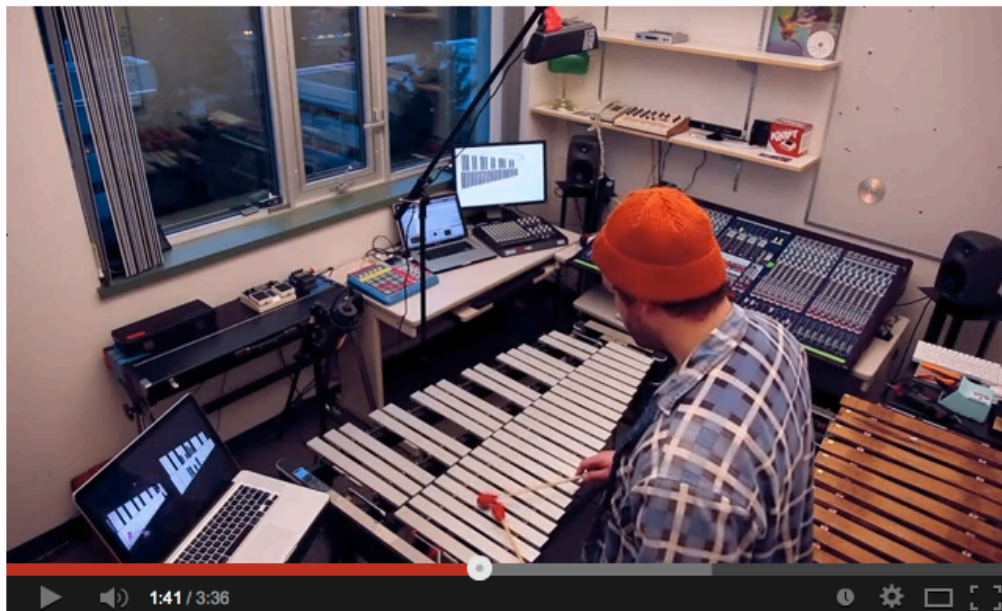


Figura 27: Virtual Vibraphone with Sliders from:

<http://www.youtube.com/watch?v=91NbYgjxsF0>



O aparecimento do "*Digital*" e da "*Realidade Virtual*", para além de apontarem para a tendência de criação de novas realidades e novos mundos imaginários e abstratos, também apontam para a necessidade de fusão com o real. Surge assim uma tendência de união de experiências, percepções e emoções. Por outro lado, também os próprios espaços se fundem e através de mecanismos tecnológicos é possível mudar ou alterar a percepção da realidade física. Como exemplo desta tendência temos a obra "*Caixa de Música*" de Vasco Carvalho representada na Figura 28. Esta instalação tem como base uma escultura de grande escala, situada num local público exterior. O público pode interagir com a escultura, a partir de uma aplicação informática designada por "*Junaio*" que permite ao público observá-la através de 7 pontos de vista diferentes.

Segundo Carvalho (2013) "*O utilizador usa a aplicação Junaio e activa um canal que permite, pelo reconhecimento de imagem, observar sete diferentes perspectivas do espaço virtual.*"

Percebemos com esta experiência que existe um lado coletivo e um individual. O lado coletivo apresenta-se quando várias pessoas se encontram no mesmo espaço e observam o mesmo objeto. O lado individual nota-se quando cada uma das pessoas observa a escultura em diferentes perspetivas. Estas perspetivas estão presentes nas duas realidades. Se observarmos o ecrã, existem duas imagens sobrepostas da escultura sendo que a real fica no plano de fundo e a virtual em primeiro plano. Notámos ainda presente nesta obra a estética do "*cinético*", presente na animação do modelo 3d virtual.



Figura 28: Caixa de Música - Vasco Carvalho from:  
[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=Sg3hFcCj-Mc](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Sg3hFcCj-Mc)

Dentro do âmbito de experiência individual e coletiva por parte do público, podemos citar a instalação "Absolut Blank" criada por BijaRi. Esta instalação distingue-se um pouco das anteriores por causa do seu lado comercial e publicitário. Concluimos com isto que as instalações estão cada vez mais próximas do público e que começam a representar marcas e produtos, tornando-se assim um novo formato publicitário.

A instalação consiste numa tela branca em forma de garrafa onde o público desenha através de interação gestual.

Segundo BijaRi (2012) *"A instalação que desenvolvemos reproduzia a tradicional silhueta da garrafa em branco só que equipada com um sistema de leitura de movimentos que proporcionava ao público transformar seus movimentos em coloridas pinceladas projetadas."*

A instalação "Absolut Blank" pode-se classificar como Site-Specific, não por se remeter apenas a um local específico como o representado no vídeo, mas por funcionar em locais do mesmo género, neste caso locais noturnos. Este sítio específico foi selecionado também pelo tipo de produto que promove.

Como experiência artística, pode-se dizer que permite ao público obter variadíssimos resultados, resultados estes que foram previstos por quem desenvolveu as ferramentas e a instalação. Esta instalação é mais um dos exemplos de objeto artístico pré-programado por uma entidade criadora. O criador da instalação possibilita ao seu público assumir o papel de artista. A partir dos resultados do público, é possível obter um conjunto de soluções personalizadas muito vasto.



Figura 29: Absolut Blank - Instalação Interativa from:  
[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=J0TleVjIFAo](https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=J0TleVjIFAo)

Enquanto interface pode-se dizer que é eficaz, pois comunica perfeitamente com o público. Observamos que intuitivamente o público interage com a obra sem ter experiência prévia.



Figura 30: The Karman Cube - Jamie Thomas

from: <https://www.flickr.com/photos/switchboard/sets/72157622788969934/#>

O projeto "*The Karman Cube*" de Jamie Thomas, representado na figura 30, consiste numa instalação audiovisual, cuja aplicação pode ser utilizada como ferramenta de manipulação sonora e performance. Esta recorre a tecnologias de captação de movimento, resumindo-se a uma forma de interação intangível com o computador. A captação baseia-se na captura de movimentos gestuais e corporais, o que permite um controlo simples e intuitivo enquanto interface. O projeto "*The Karman Cube*" de Jamie Thomas, tem como missão eliminar as limitações da performance física e procura criar uma sensação de incorporação com o instrumento musical mais forte.

Como exemplo de instalação cuja interação é direta, temos a instalação "*Type 40 Mark III: Interactive Sound Sculpture*" de Steve Noreyko, Dr. John Edwards, Andrea Swehosky, presente na figura 31.

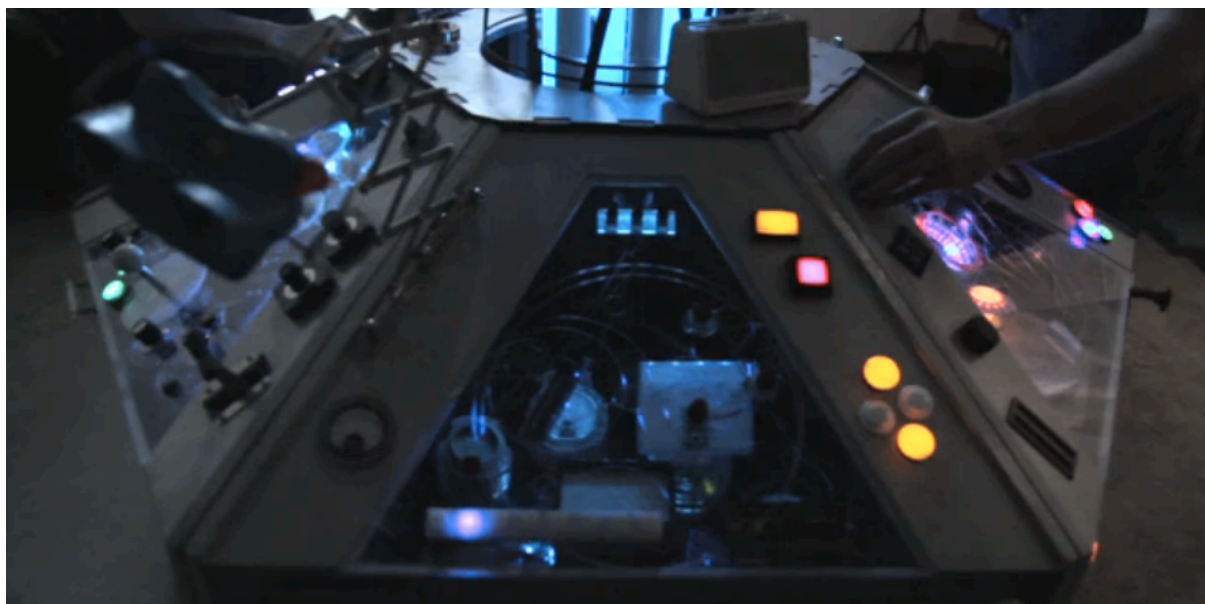


Figura 31: Type 40 Mark III: Interactive Sound Sculpture

from: <https://vimeo.com/64119774>

A instalação "*Type 40 Mark III: Interactive Sound Sculpture*", consiste numa escultura sonora interativa, que funciona com interação direta, executada sobre controlos como botões que ativam a reprodução de sons, como "*samples*" e "*loops*". Possibilitam ainda o controlo de várias funções que alteram o som, como o "*tempo*", "*tone*", "*pitch*" e "*filtros de som*", oferecendo deste modo ao utilizador a possibilidade de criar as suas próprias paisagens sonoras.

Como exemplo de uso do movimento em esculturas sonoras, existe o projeto "*Spider Bark - Steven White Sound Sculpture*", de Steven White, representado na figura 32. Embora este projeto possua interação direta e manual, o processo sonoro é produzido através de um mecanismo actuador, que contém um ciclo de reprodução repetitivo, cuja duração pode ser alterada consoante a velocidade que o utilizador exerce sobre o manipulo da escultura.

A intenção conceptual do artista Steven White em relação ao seu projeto "*Spider Bark*", é a de explorar questões sobre a evolução e desenvolvimento tecnológica, por isso utiliza fragmentos de objetos tecnológicos na sua escultura.





Figura 32: Spider Bark - Steven White Sound Sculpture

from: <http://stevenwhite.ca/site/artwork-2/combine-project/>

Conclui-se com o estudo destas obras que a interatividade e o som são duas realidades que se têm vindo a desenvolver e começam a abranger novos campos como o comercial e o publicitário. O público atualmente não se satisfaz simplesmente com a observação e apreciação das obras de arte e por isso, necessita de intensificar a sua experiência com as mesmas. O público passa também a ter necessidade de criar, apesar de utilizar ferramentas pré-programadas por profissionais.

Em relação ao som podemos acrescentar que os artistas sentem necessidade de construir os seus próprios instrumentos e explorar novas experiências sonoras. A própria interação que o músico tem com o instrumento também é utilizada para gerar novas soluções sonoras e ao mesmo tempo criar novos meios de comunicação entre a relação de homem e objeto.

## 2.4 Conclusão

Conclui-se com este capítulo que a interatividade pode ser utilizada de diferentes modos, explorando os vários sentidos humanos. Com base em ideais criados nas correntes modernistas, a interatividade é uma evolução das artes participativas que conta com a ajuda do digital e electrónico para transcender a experiência do utilizador.

A instalação interativa ou a interface/objeto interativo devem ser criados de modo simplificado e direto para que o utilizador compreenda de imediato a sua função.

Conclui-se também que o espaço para além de servir de palco representativo onde o público atua, serve também como objeto de interação e de intermediário entre a relação utilizador/objeto.

A instalação no seu geral, deve conter uma narrativa, que deve ser claramente transmitida e percebida pelo público, por isso, o criador da instalação deve se preocupar em criar uma linguagem simples e direta onde o utilizador comunica intuitivamente com o sistema por detrás da instalação. As instalações apostam cada vez mais na interdisciplinaridade, o que permite criar uma experiência mais rica a nível de sensações e emoções ao público.

### 3 Desenvolvimento do Projeto Final "Machine Echoes: Pirâmide Sound Sculpture"

No presente capítulo é abordado todo o processo do projeto final que complementa a dissertação. Estão descritas todas as fases e todo seu desenvolvimento que passa por problemas e dificuldades que são contornados e solucionados. Todo o desenvolvimento tem como base o estudo e investigação acerca das esculturas sonoras interativas. O projeto "Machine Echoes - Pirâmide Sound Sculpture", coloca em prática o estudo sobre esculturas e interatividade, quando se cria um escultura de nome "Pirâmide", que tanto funciona como instrumento, escultura sonora e interface interativa. Este objeto pode ser classificado como instrumento porque permite interação e som direto, pode ser designado de escultura sonora, pois funciona num espaço específico produzindo som sem interação direta e pode também ser classificado de interface, pois serve de comando ou dispositivo que permite processamento de som em tempo real, processamento este que é produzido em computador. A instalação em si permite a utilização até um máximo de 4 pessoas. O público tanto interage com a escultura enquanto objeto, como interage com o espaço que serve de interface comunicadora entre o público e o computador.

#### 3.1 Planeamento do Projeto

O planeamento do projeto foi efectuado nas disciplinas de Pré-Produção e Produção do Projeto Final. Inicialmente foi feito um trabalho de Pré-Produção constituído por várias fichas, que permitiram perceber quais as condições presentes para o desenvolvimento do trabalho. De seguida foi feita uma calendarização que permitiu dividir o processo em vários passos. Os documentos abordados no subcapítulo 3.1 estão presentes na secção de Apêndice da Dissertação no capítulo 1.

#### 3.2 Prototipagem e Construção da Escultura

Inicialmente pretendia-se criar uma instalação constituída por 3 esculturas diferentes, onde cada uma explorasse um tipo de interatividade diferente das restantes. Mas por fim optou-se por criar apenas uma escultura que explorasse vários tipos de interatividade e variedades tímbricas. A escultura foi imaginada com base em exemplos estudados no capítulo 2 da presente dissertação, como as "*Harmonic Wind Harps*", a escultura "*Radial String Chimes*" de Álvaro Barbosa, a escultura "*Spider Bark*" de Steven White e a escultura "*Type 40 Mark III*" de Steve Noreyko, Dr. John Edwards e Andrea Swehosky.

Para a criação da escultura foi feito um estudo com base em esboços e maquetes 3D, que permitiram chegar a um resultado final. Para além de um design apelativo e soluções tímbricas diversas a escultura deveria seguir vários requisitos.

A escultura foi pensada para ser portátil e funcionar em qualquer espaço físico interior, desde que este permitisse a instalação de todo o sistema de background para o seu funcionamento. A estrutura deveria permitir a fixação de componentes electrónicos como sensores e actuadores. Em relação ao som, a intenção era a de criar algo com um timbre semelhante a instrumentos musicais de cordas, como harpas ou citaras e também conter sons percussivos. A nível da interatividade a intenção era que o utilizador manipulasse as cordas manualmente ou batesse nelas através de baquetas. Para além das cordas a própria estrutura também deveria produzir um som percussivo. Na figura 33 estão representados alguns esboços com as ideias iniciais.

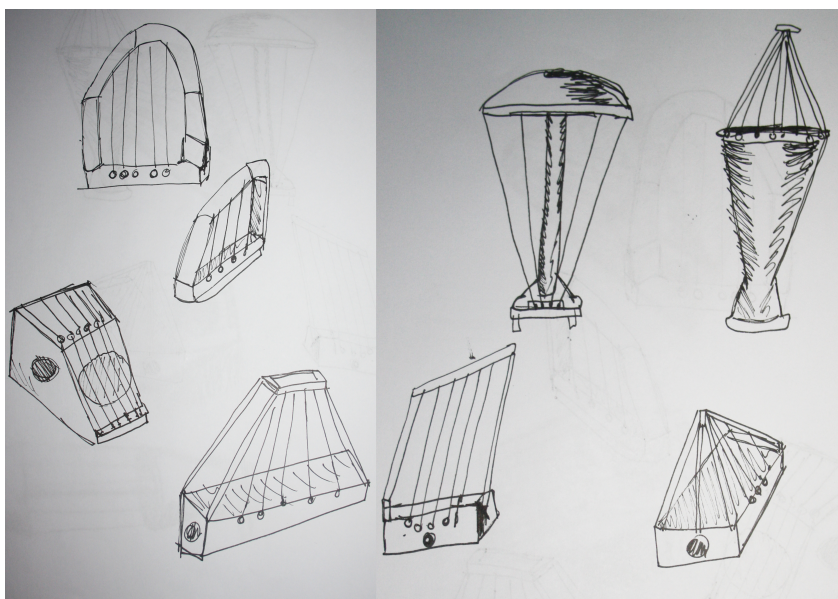


Figura 33: Fotografia de Esboços da Estrutura da Escultura Sonora

Após criados os esboços, foram criadas maquetes 3D no software Autodesk Maya 2013<sup>7</sup>, para ter uma visão mais detalhada do que se pretendia projetar. Na figura 34 estão representadas as várias maquetes em ordem sequencial desde o primeiro esboço até à versão final.

---

<sup>7</sup> <http://www.autodesk.com/products/maya/overview>

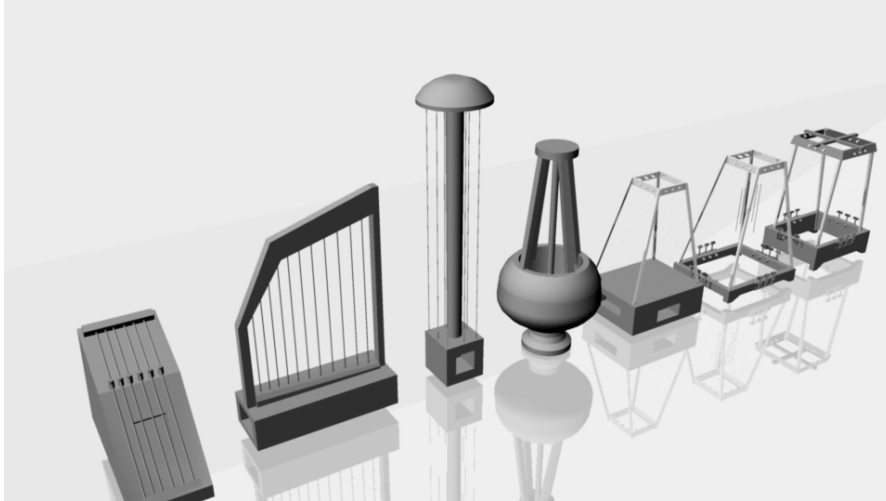


Figura 34: Render Maquetes modeladas em Autodesk Maya 2013

Inicialmente as estruturas eram muito semelhantes às esculturas das referências, por isso optou-se por apostar numa estrutura diferente que permitisse que a escultura fosse utilizada por quatro utilizadores em simultâneo. Para isso seria necessário que a estrutura tivesse quatro lados onde cada um correspondia a cada utilizador. Enquanto estrutura optou-se por criar algo semelhante a um pirâmide quadrangular devido a fins estéticos e porque oferece uma estrutura rígida. Na figura 35 estão presentes várias vistas da estrutura.

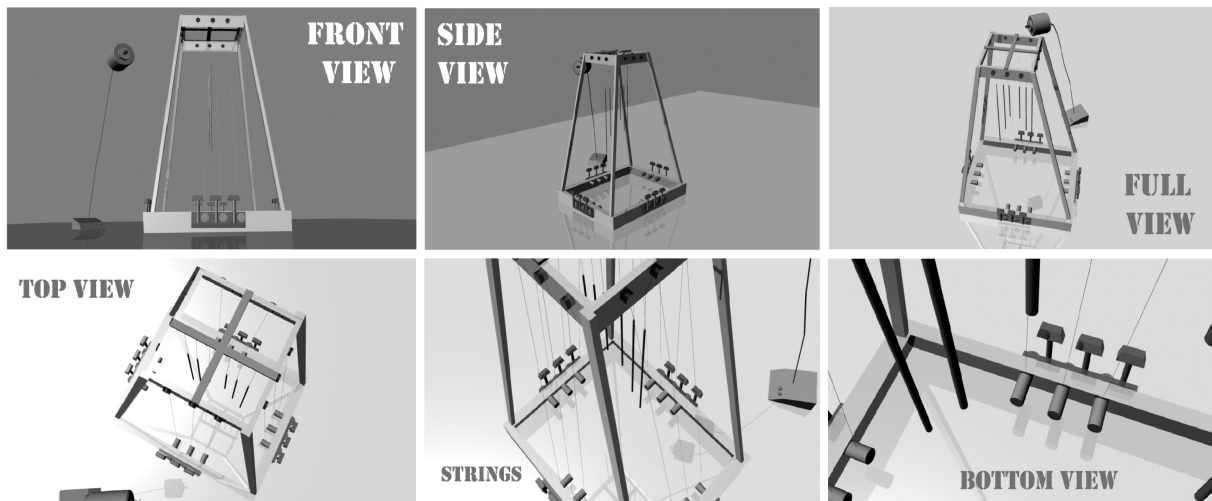


Figura 35: Render de Modelo escolhido enquanto estrutura, com mecanismo actuador

Apesar do resultado da maquete ser satisfatório, foi ainda necessário retocar e reforçar alguns elementos, para tornar a estrutura mais resistente e tornar o objeto mais estético, para isso foi necessário redesenhar a base e o topo. A representação da maquete final, encontra-se na figura 36.

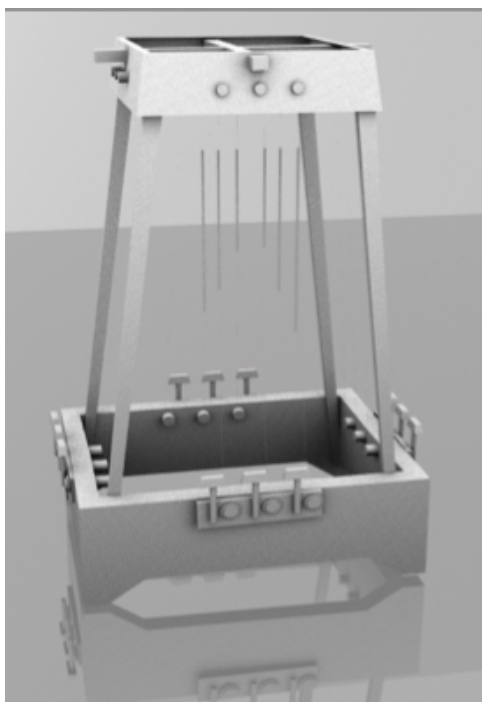


Figura 36: Render da Maquete Final

Após o design ter sido finalizado foram escolhidas as dimensões reais do objeto, que são 22 cm de largura x 37 cm de altura x 16 cm de profundidade. De seguida construiu-se a estrutura em madeira, que foi retocada com verniz e foram ainda colocadas borrachas nas bases para evitar que vibrações exteriores à da estrutura afectassem o som da mesma. Uma vez construída a estrutura foram instalados carrilhões e cordas.

As cordas utilizadas são de guitarra acústica e tem dois tipos diferentes, sendo que um jogo é de 6 cordas de bronze e o outro jogo é de 6 cordas de nylon, ambos os jogos utilizam a cifra clássica em Mi, as notas musicais das cordas podem ser sempre alteradas através dos carrilhões o que permite obter múltiplas soluções . Devido ao tamanho reduzido da escultura, as cordas tiveram de ser cortadas antes de serem instaladas. Optou-se por esta solução em primeiro lugar porque estas cordas oferecem uma solução tímbrica variada e também porque relativamente à pressão que efetuam sobre a estrutura são as que se adequam melhor, cordas mais densas poderiam provocar danos á estrutura, visto que esta não contém suporte suficiente para resistir à sua pressão efectuada.

No topo da escultura existe um suporte móvel em forma de cruz que serve para fixar os mecanismos à escultura. Na figura 37, está representada a escultura no seu formato físico e

com todos os elementos instalados. Devido ao seu formato geométrico semelhante a uma pirâmide quadrangular, a escultura foi denominada de "Pirâmide".



Figura 37: Fotografia da Escultura "Pirâmide"

### 3.3 Construção do Sistema de Som

A próxima etapa do projeto centrou-se na configuração do sistema de som da escultura, para a criação deste foi necessário criar um esquema, presente na figura 38, que permite perceber todo o sistema pelo qual o som passa. O som começa por ser captado pelos microfones de contacto anexados à base da escultura, de seguida o som captado por estes é enviado para uma mesa de mistura onde é amplificado e aplicada panorâmica neste se assim for desejado. Depois de amplificado o som é enviado para o computador em formato stereo, onde será processado. O processamento informático do som será analisado no subcapítulo 3.4. Uma vez processado, o som passa para uma segunda mesa de mistura que o faz chegar aos monitores.



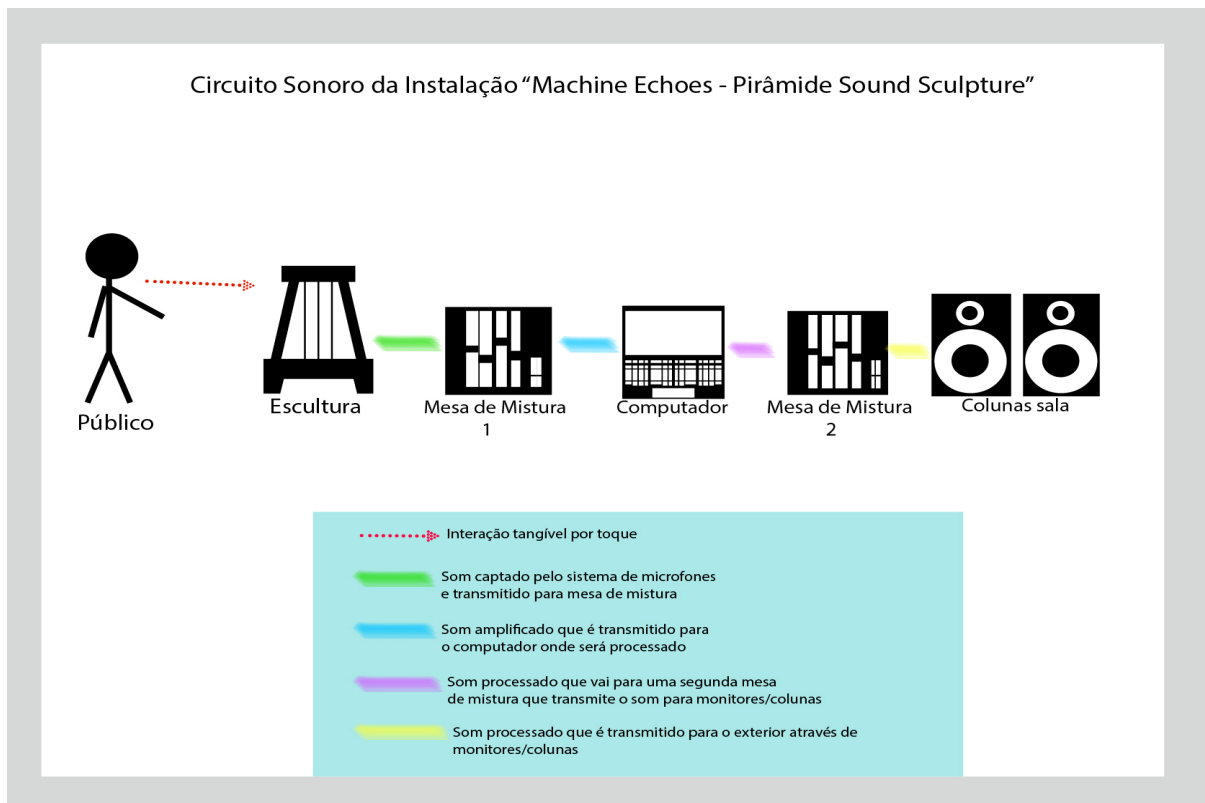


Figura 38: Esquema do Sistema de Som

Para a captura de som da escultura foram construídos 4 microfones de contacto, optou-se por esta solução porque é uma solução prática a nível de transporte e de instalação e permite criar um jogo de panorâmicas se assim for desejado. Para a construção deste sistema foram utilizadas pastilhas piezoelétricas, 2 cabos RCA e 4 adaptadores TS Mono. Os detalhes técnicos sobre a construção dos microfones encontram-se no capítulo Microfones, presente na secção de Apêndice. Cada um dos microfones está anexado a cada um dos lados interiores da base da escultura. Optou-se por esta distribuição porque assim cada microfone consegue captar nitidamente as vibrações das cordas desse respectivo lado. Cada microfone capta vibração das três cordas do seu lado respectivo. Os microfones foram instalados na base da escultura devido a este ser um local mais amplo e que permite mais organização no que toca a cabos. Nesta localidade os cabos não atrapalham a manipulação do objeto e os microfones ficam mais protegidos. Na figura 39 está representado o sistema de som dos microfones de contacto.



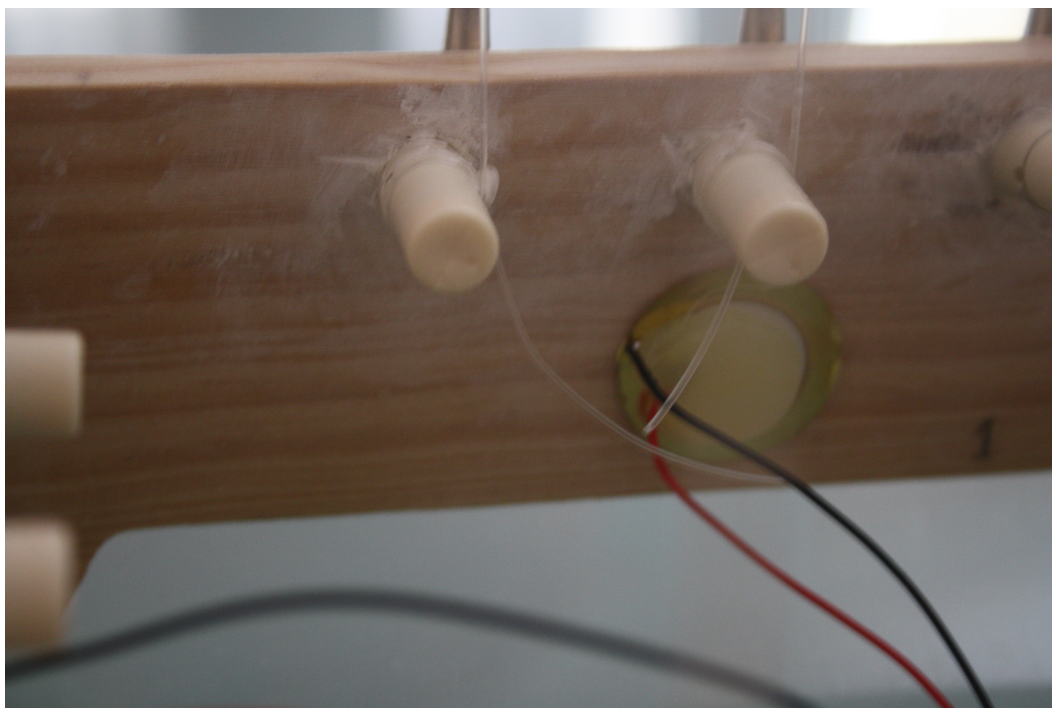


Figura 39: Fotografia do Sistema de Som dos Microfones de Contacto

### 3.4 Programação do Software

Uma vez terminada a questão da estrutura e da captura de som, procede-se o processamento de áudio, que conta com uma aplicação criada em Max Msp. O programa<sup>8</sup> encontra-se online, disponível para download. O link encontra-se no rodapé da presente página.

Para além do processamento de áudio esta aplicação é também responsável pelo conteúdo interativo. Na figura 40 está representado o diagrama da arquitetura do programa com as respectivas secções. O presente subcapítulo aborda os vários tópicos e secções do software consoante a ordem apresentada no esquema da figura 40, questões mais detalhadas e técnicas serão abordadas na secção de Apêndice.

---

8

<http://www.mediafire.com/download/29xjbzzo6z6ov4s/PROGRAMA+Machine+EchoesPira%CC%82mide+Sound+Sculpture.zip>

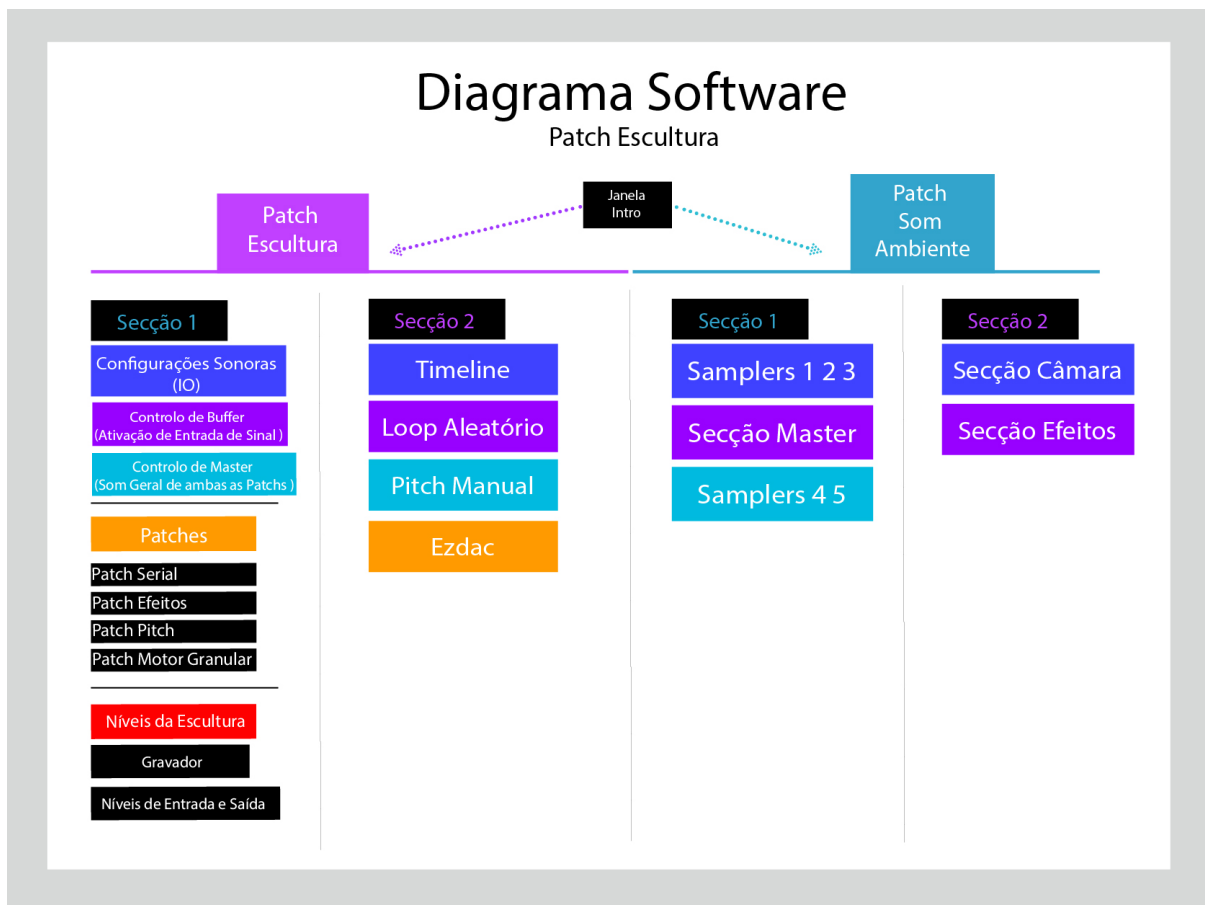


Figura 40: Diagrama Software

O software está dividido em duas partes distintas, a Patch *"Escultura"* que centra-se no processamento do som direto da escultura e na sua parte interativa, que consiste na interação tangível sobre um sensor de força, enquanto que a Patch *"Som Ambiente"* cria som ambiente na instalação e contém uma componente interativa que se baseia na interação cinética que é executada a partir de uma câmara de vídeo.

O software começa por apresentar uma janela de apresentação que permite ao utilizador seleccionar as diferentes secções do projeto que são a Patch *"Escultura"* e a Patch *"Som Ambiente"*. O software tanto foi desenhado para funcionar automaticamente na instalação sem precisar de interação direta, como também pode servir de aplicação de género plugin externo.

A Patch *"Escultura"* representada na figura 41, está dividida em dois grupos que se subdividem. No primeiro grupo existem funções relacionadas com configurações, enquanto que no segundo existem os objetos de processamento do som. O primeiro grupo é dedicado ao controlo do áudio, aqui é possível configurar a entrada e saída de sinal, taxa de amostragem, BitRate e controlar níveis de áudio de ambas as patches, assim como também é possível gravar o som da própria patch através de uma função *"Record"*. Dentro deste grupo está presente também todo o motor informático da patch. Existe uma patch dedicada ao processamento do próprio sinal através de síntese granular, denominada de *"p Motor*

*Granular*", existe uma patch de efeitos como o *"Delay"* e *"Reverb"*, os efeitos são abordados com maior detalhe na secção de Apêndice, no capítulo Efeitos. Existem ainda duas patches responsáveis pela interatividade que são a patch *"p Pitch"* e *"P Comunicação Via Serial"*

A patch *"p Comunicação Via Serial"*, recebe valores vindos do sensor de força através do Arduino e envia-os para a patch *"p Pitch"*, que altera a velocidade de reprodução do sinal. A comunicação via serial é abordada com mais detalhe na secção de Apêndice no capítulo 4. Programação e construção de circuitos em Arduino.

Por fim existe também a função *"Ligar/Desligar Buffer"*, que permite bloquear e desbloquear a entrada de sinal direto.

No segundo grupo, existe um botão *"Ezdac"* que permite ligar o sinal á saída do som e um gráfico designado de *"Timeline"*. Neste gráfico o sinal é representado assim que é ativado o botão *"Ligar/Desligar Buffer"*. Ao lado do gráfico existe uma barra de ferramentas que permite efetuar ações sobre o gráfico. Com estas ferramentas é possível desenhar uma seleção sobre a onda sonora representada no gráfico. Sempre que esta seleção estiver ativa, o som emite uma repetição do fragmento de som selecionado, que é reproduzido em simultâneo com o sinal original, criando assim uma repetição naquela zona da onda sonora. O grupo conta ainda com duas opções complementares. A função *"Loop Aleatório"*, que consoante o tempo pré-programado pelo utilizador gera variações de Loops sobre o gráfico. E a função *"Pitch Manual"*, que permite alterar a velocidade de reprodução do sinal manualmente.

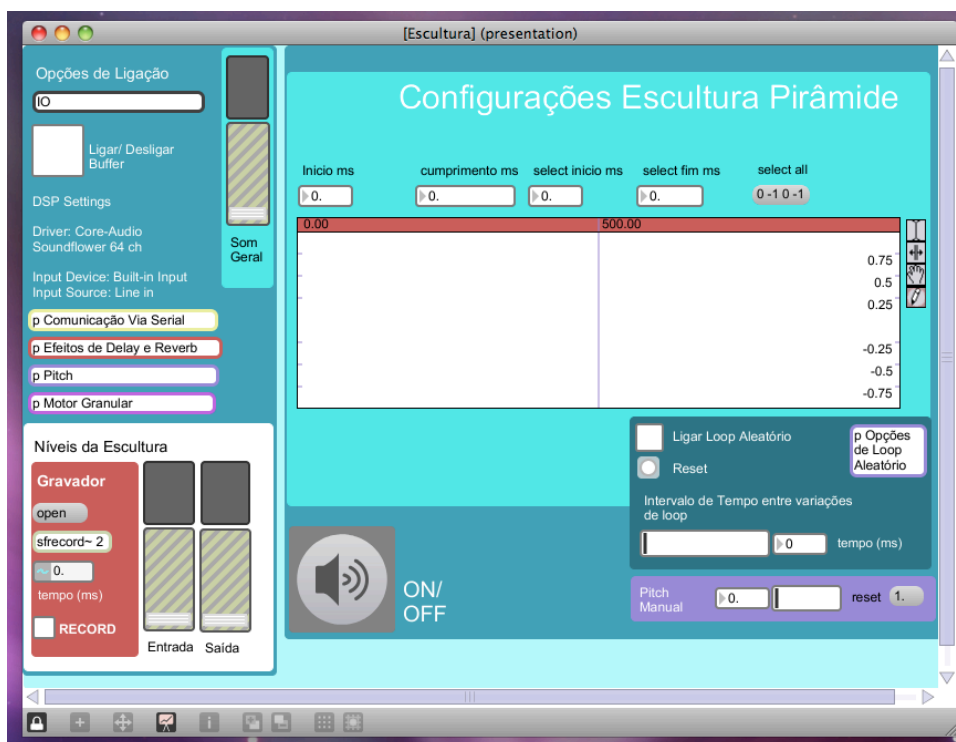


Figura 41: Fotografia Patch Escultura Sonora

A Patch "Som Ambiente" representada na figura 42, está também dividida em 2 secções, sendo que a primeira é constituída por 5 "Granuladores" e uma secção de controlo sonoro com "Master Fader" e gravador. Os 5 "Granuladores" são responsáveis pela reprodução de loops que em conjunto criam uma composição sonora. Os 3 primeiros "Granuladores" não tem interatividade pois apenas reproduzem sons cujo "loop" e "pitch" variam de minuto a minuto. Os 2 últimos funcionam através do gesto do público que permite alterar a localização do "loop" sobre a "timeline", consoante os movimentos captados pela câmara. Esta tem um menu dedicado na secção 2, que permite ao utilizador configurar as opções. Para além da câmara ainda existe uma secção de efeitos "Reverb" e "Delay", que afectam todo o conjunto de sons gerados pela patch, estes efeitos tem o mesmo sistema que a patch de Efeitos, anteriormente abordada, assim como os 5 Granuladores também possuem o mesmo sistema que o Granulador da Patch : "Escultura Sonora" com a diferença que estes apenas reproduzem sons carregados em vez de som direto proveniente dos dispositivos de entrada de som.

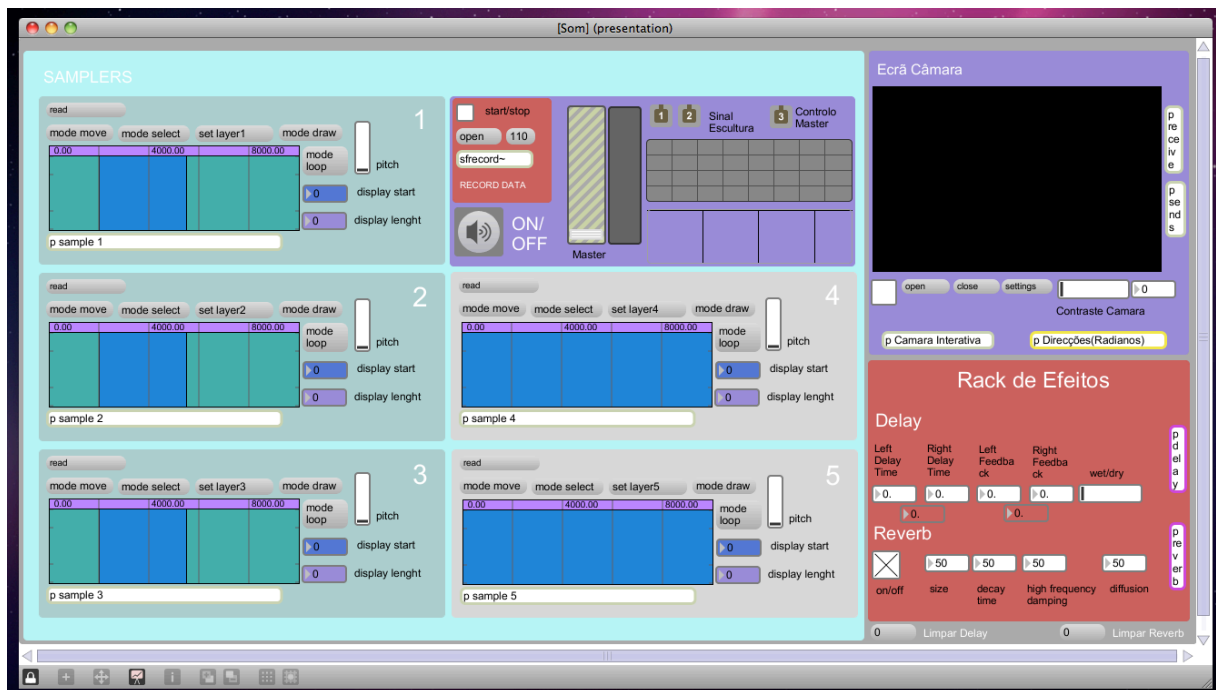


Figura 42: Fotografia Patch Som Ambiente

Na Figura 43 está representada a secção de vídeo, nesta zona podem ser controlados parâmetros relativos ao controlo da imagem ambiente captada, que tem influência no som. Os principais botões (open, close, settings), permitem ligar, desligar e configurar a webcam. Na área de configuração é possível alterar o dispositivo de captura de imagem, permitindo assim utilizar a câmara interna do computador ou utilizar uma câmara externa, como foi o caso deste projeto. Ao lado direito destes botões existe uma barra de tipo slide, que permite controlar o parâmetro "threshold", que altera a quantidade de pixéis brancos na imagem. Esta função serve para controlar o nível de detalhe de movimento captado. Ao lado esquerdo dos botões existe um caixa "trigger" ou "toggle", que serve para ativar ou desativar a captura de imagem.

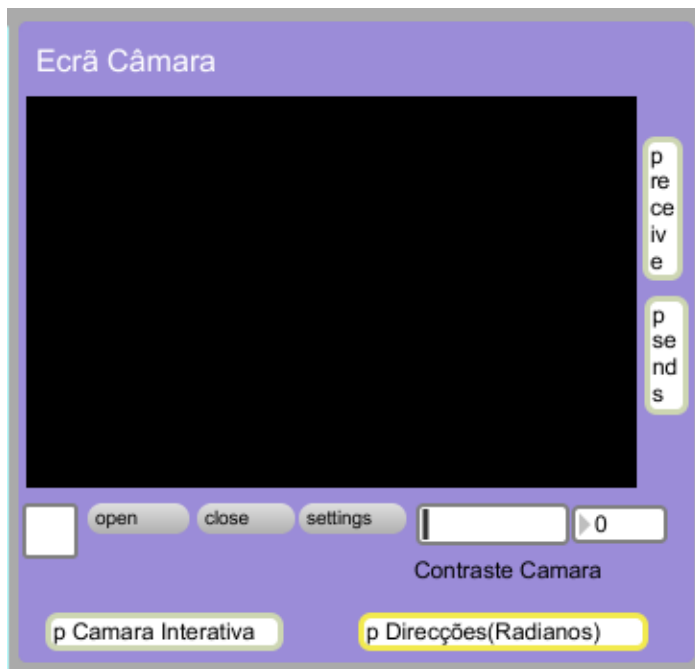


Figura 43: Fotografia Secção de Vídeo

A secção de vídeo é também constituída por duas subpatches a patch "*p Direcções*", responsável pelo processamento da imagem e a patch "*p Camara Interativa*", responsável pela transformação dos valores transmitidos pela patch "*p Direcções*" em valores que permitem alterar parâmetros sonoros.

A secção da câmara de vídeo é abordada com maior detalhe na secção de Apêndice no capítulo 3.

### 3.5 Construção dos Circuitos Electrónicos e Hardware

Para a construção do sistema interativo que permite a comunicação entre sensores, actuadores e computador foi necessário usar um microprocessador. O microprocessador utilizado foi o "*Arduino*". Enquanto sistemas de interatividade pretendia-se criar um sistema gestual e outro tangível. O sistema gestual funciona através de câmaras, enquanto que o tangível funciona através de um sensor "*Flex*" representado na figura 44, que permite através da pressão efectuada, controlar parâmetros sonoros, como o pitch do som direto da escultura, como foi abordado no capítulo 3.4. A abordagem técnica sobre o sensor "*Flex*", encontra-se na secção de Apêndice no capítulo 4. Programação e construção de circuitos em Arduino. Os "*sketchs*"<sup>9</sup> de Arduino relativos ao Sensor Flex e Motor Servo, encontram-se online disponíveis para download no seguinte link, presente em rodapé.

<sup>9</sup> <http://www.mediafire.com/download/zrz75q7b85no9h9/Sketchs+Arduino.zip>



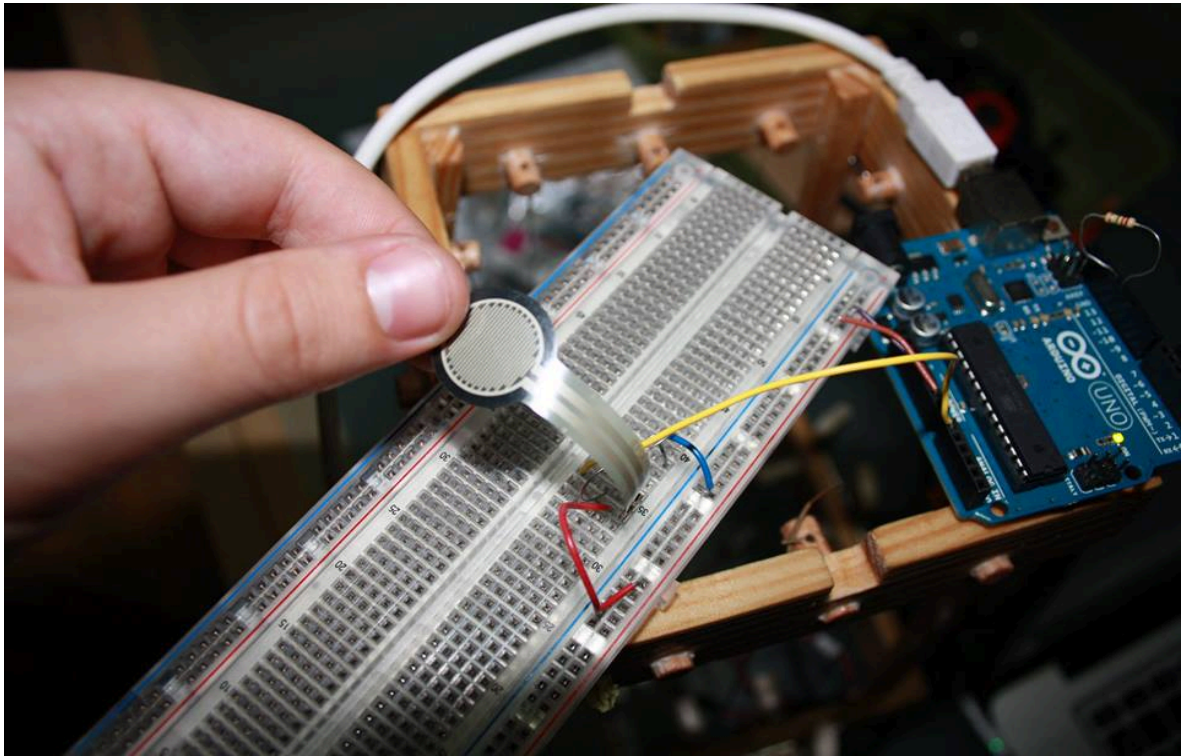


Figura 44 - Fotografia do Sensor Flex e Circuito Arduino



Figura 45 - Fotografia do Motor Servo

O projeto contém ainda um sistema actuador, que é facultativo para o funcionamento do projeto. O sistema consiste num motor "*servo*" que é fixado no topo da escultura e que funciona através de Arduino, o motor "*servo*" encontra-se representado na figura 45. Ligado à hélice do motor "*servo*", está uma corda de guitarra que vai girando consoante o movimento rotativo do motor e que vai chocando com cada uma das cordas da escultura. Este sistema serve para automatizar a interação com as cordas, caso o público deseje apenas utilizar os meios de interatividade. O motor "*servo*" é abordado com mais detalhe na secção Apêndice no capítulo 6.

### 3.6 Instalação Sonora e Interativa

O projeto foi pensado para ser utilizado em salas ou espaços interiores. Devido ao seu carácter móvel é possível montar a instalação em qualquer sala. Para a instalação funcionar é preciso utilizar um sistema de som constituído por duas mesas de mistura acústicas e 2 colunas, para além do material abordado anteriormente como a escultura sonora, webcam, computador com a aplicação, sistema de microfones piezoelétricos e sistema de interatividade constituído pelo Arduino com os seus componentes, sensor "*Flex*" e motor "*Servo*". Antes de abordar o circuito sonoro da instalação será descrito o esquema de disposição dos objetos na sala, presente na figura 46 e explicado como o utilizador ou público interage com a instalação.

## Plano do Espaço da Instalação “Machine Echoes - Pirâmide Sound Sculpture”

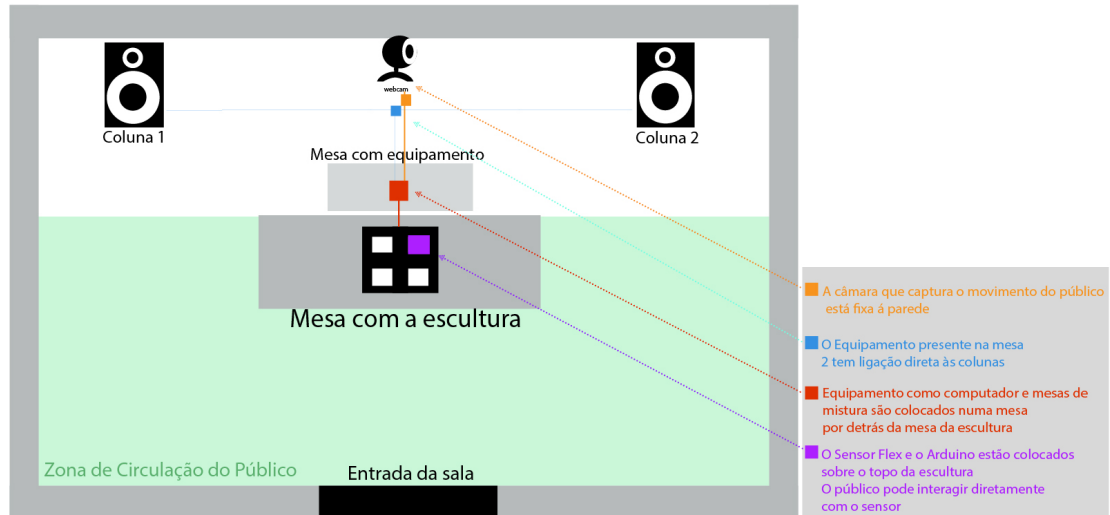


Figura 46 - Diagrama do Plano da Sala

A sala é constituída por uma mesa situada no meio da sala onde está colocada a escultura. Por detrás da mesa, no lado oposto à entrada da sala está colocada a webcam que vai captar o movimento do utilizador ao longo da sala. O utilizador pode interagir com esta deslocando-se de um lado para o outro ao longo da sala ou pode se aproximar desta e interagir gestualmente. Em relação à interação tangível o utilizador pode tocar na escultura diretamente ou utilizar espetos de madeira como se fossem baquetas. A escultura possui 4 lados, o que permite que um máximo de 4 pessoas a possam utilizar ao mesmo tempo. Por cima do topo da escultura está fixado o Arduino com o sensor Flex, todo o resto de equipamento background como o computador e as mesas ficam noutra mesa atrás da mesa da escultura ou por debaixo da mesa da escultura. A colunas ficam situadas ao lado da parede onde está situada a webcam.

O circuito sonoro e interativo presente na figura 47, têm a seguinte configuração.



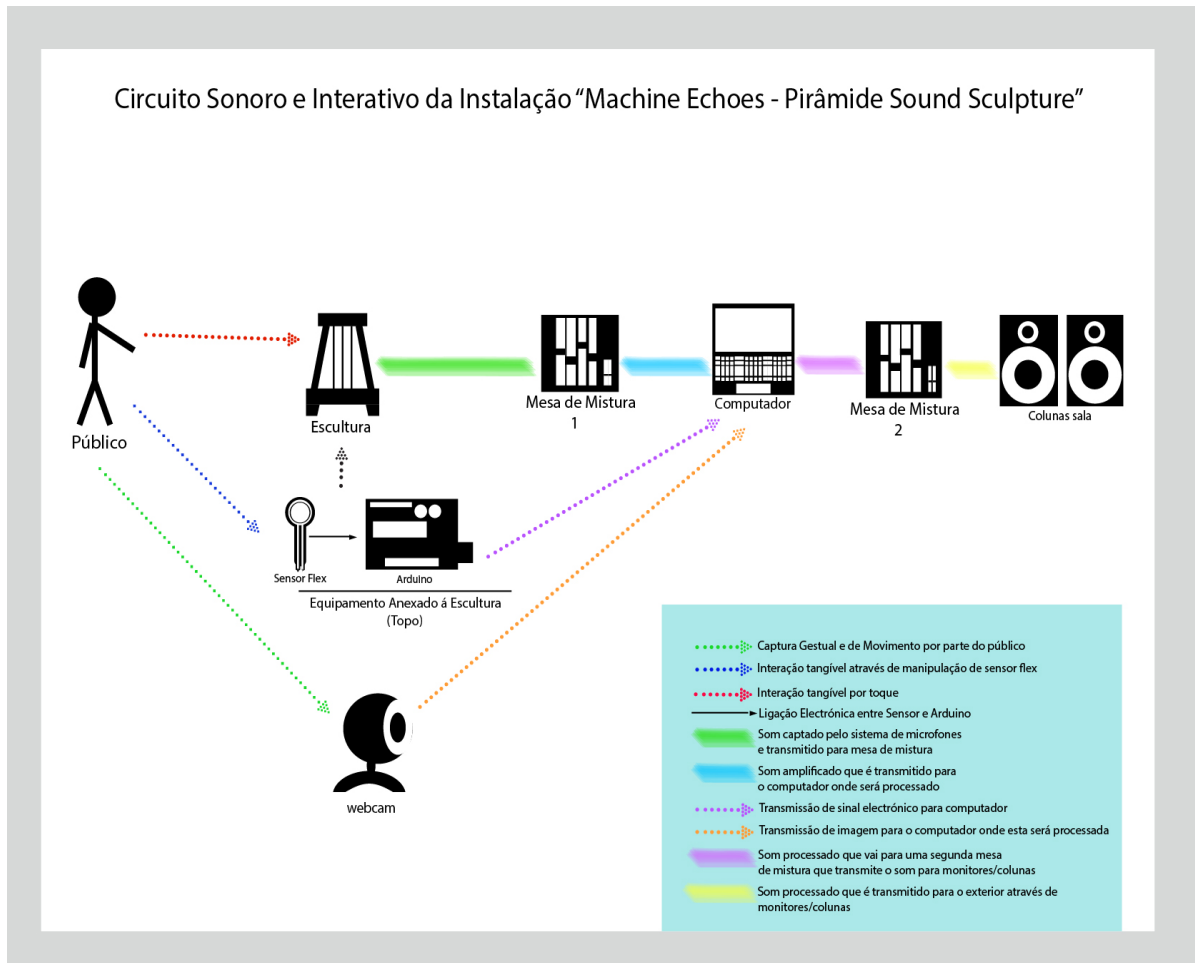


Figura 47 - Diagrama do Circuito Sonoro e Interativo

O utilizador ao interagir tangivelmente com a escultura, gera som que é captado por microfones piezoelétricos. De seguida é enviado até à primeira mesa de mistura que tem como função equalizar e amplificar o sinal e se for necessário ou desejado trabalhar também a panorâmica do som. O som de seguida é transferido para o computador com sinal stereo e de seguida processado. Depois é enviado para a segunda mesa de mistura que vai transportar o som para as colunas (altifalantes). A instalação pode ter até um máximo de 4 utilizadores em simultâneo.

### 3.7 Público

Na fase final do projeto foi efectuado um teste da instalação numa sala da universidade católica com 7 pessoas, para se perceber como o público reagia a esta. O inquérito e respetiva tabela de valores respectiva às respostas dos participantes, encontra-se na secção Anexos Capítulo 1 e 2 e o conjunto de inquéritos preenchidos encontra-se online<sup>10</sup>. O link encontra-se no rodapé da presente página.

Para além do teste, os participantes também preencheram um inquérito que foi criado com o intuito de analisar vários aspectos da obra e analisar até que ponto termos como "escultura sonora" e "interatividade", são conhecidos. Este encontra-se na secção de Anexos, no capítulo 1. Em relação aos participantes, 6 destes pertenciam à universidade Católica e ao mestrado de Design de Som, enquanto que o 7º participante não estava relacionado com a área. Em média estes participantes rondam os 25 anos. Na primeira questão, relativamente ao conceito de "Escultura Sonora", 6 pessoas responderam que conheciam e segundo as suas explicações esta remete para uma instalação artística interativa onde se manipula o objeto e este produz som, com estas respostas conclui-se que as pessoas não estão familiarizadas com o conceito completo de escultura sonora e que a relacionam diretamente à interatividade e manipulação direta do objeto. Na segunda questão todos os participantes responderam que conheciam o termo "interatividade" e remetem-no para a interação direta sobre um objeto artístico presente numa instalação ligada ou não a um sistema informático. O participante do inquérito número 1, entende este termo de forma mais completa quando afirma que o termo "interatividade" é *"Aquilo que permite ao interlocutor intervir e agir sobre a obra alterando a experiência"*, o participante reconhece que a interatividade é uma ação sobre a obra que não tem um formato específico enquanto que os restantes participantes remetem a uma ação direta e física sobre um objeto. Portanto conclui-se que no geral as pessoas que participaram na instalação entendem que ambos os termos *"Escultura Sonora"* e *"Interatividade"* estão diretamente relacionados.

As próximas questões são relativas a aspectos da instalação. Na pergunta número 3, pretendeu-se perceber se os participantes conseguiram perceber as várias opções interativas da experiência. Nesta questão apenas uma pessoa percebeu a utilização do sensor, todos perceberam a utilização tangível da escultura, 5 perceberam a manipulação via software e 3 a interação com a câmara. Com estes resultados conclui-se que alguns aspectos interativos necessitam de ser aperfeiçoados para serem melhor percebidos. De seguida pretendeu-se perceber o grau de satisfação relativamente aos vários aspectos interativos como o gesto e a interação gestual e em média a satisfação geral é "alguma coisa" ou seja é mediana, na escala de valores de 1 a 5, o resultado foi 3.

Pretendeu-se ainda perceber se a interação da escultura era perceptível, toda a gente concordou que sim, acharam intuitiva mas apontaram alguns aspectos a melhorar como possibilitar mais soluções melódicas e rítmicas. Na seguinte pergunta foi proposto que os participantes sugerissem algumas alterações que gostariam de ver no projeto, se achassem que este necessitava, 4 participantes não acharam necessário acrescentar nada e os restantes

<sup>10</sup>

<http://www.mediafire.com/download/hez86im40szff4n/Inque%CC%81ritos+Projeto+Machine+Echoes+Pira%CC%82mide+Sound+Sculpture.zip>

sugeriram fazer melhorias relativamente à câmara ou retirá-la e o participante do inquérito 1 insistiu que a escultura melhorasse a nível de possibilidades musicais. De seguida questionou-se o público se consideravam a escultura um instrumento musical. Todos concordaram que esta se situa mais no universo do design de som e experimental do que no contexto de instrumento musical. Foi ainda importante perceber se havia algum aspecto que desagradava o público, ninguém levantou nenhum problema.

A pergunta 10 focava-se nos elementos presentes na instalação e pretendia perceber quais as melhorias a efetuar relativamente aos sistemas presentes. Apenas dois participantes sugeriram que se melhorasse o sistema musical da escultura e o software. Na questão 11 foi importante perceber se os participantes se desorientaram no sentido de ficarem confusos em relação a algum aspecto. Um dos participantes não se sentiu confortável com a interação com a Câmara e outro sentiu-se desconfortável em certos momentos com a escultura. A próxima questão centrou-se na interatividade coletiva, foi importante perceber se esta funcionava. Apenas um elemento sugeriu que houvesse um planeamento prévio que indicasse interação coletiva, de resto todos os participantes acharam a interatividade coletiva funcional. A última questão refere-se ao som ambiente, importou perceber até que ponto esta foi satisfatória. Em média de escala de valores de 1 a 5, o resultado foi 4, ou seja "muito", que significa que o público em geral gostou muito.

Numa apreciação geral o projeto funcionou bem, embora alguns aspectos precisem de ser aperfeiçoados no futuro. A escultura mostrou-se funcional, mas os sistemas interativos do sensor e câmara necessitam de ser aperfeiçoados de modo a serem mais perceptíveis e funcionais.

Na figura 48 encontra-se uma fotografia da instalação com alguns dos participantes a interagir com a escultura.



Figura 48 - Fotografia da Instalação

### 3.8 Conclusão

Numa visão geral posso considerar que o projeto foi concluído com sucesso, pois foram alcançados todos os objetivos. Pretendia-se como resultado final, criar uma instalação sonora e interativa que funcionasse e que colocasse em prática conteúdos do estudo elaborado no segundo capítulo. No que toca à parte prática do projeto, os objetivos foram cumpridos, pois foi criada a instalação com sucesso, embora o projeto ainda se encontre aberto para alterações futuras que se centram na questão do software e uso de sensores, que pretende ser aprofundado e expandido. Em relação à escultura "pirâmide", considero que esta vá de encontro com a designação de escultura, pois produz som autonomamente através de um motor servo, funciona como interface quando são utilizados sensores que permitem interação e comunicação com o sistema digital e pode também ser classificada de instrumento, pois permite produção de som direto que provem de interação tangível.

O projeto pode ser classificado como um projeto interdisciplinar, pois tem como suporte várias áreas tecnológicas como a informática, a electrónica e o design de som.

#### 4 Conclusão e Planos Futuros

O projeto "*Machine Echoes - Pirâmide Sound Sculpture*" procurou seguir o mesmo rumo que toda a investigação da presente dissertação. Inicialmente foi feita uma pesquisa das origens da arte sonora e das artes participativas. Percebesse que ambas procuravam romper com o formato clássico da arte e valorizar o público enquanto sujeito participante na obra. O próprio espaço onde a arte está inserida também começou a ser valorizado e característico da obra em si. Nota-se esta tendência quando foi abordado o "*Minimalismo*" e "*Site Specific*", no capítulo 2. Percebe-se que também o próprio artista pode possibilitar ao público o poder de criar soluções artísticas, que estão limitadas entre parâmetros estabelecidos pelo artista criador. E ainda percebe-se a relação entre "*Homem-Máquina*", quando o utilizador comunica com um sistema informático ou mecânico através de uma interface. O projeto "*Machine Echoes - Pirâmide Sound Sculpture*", insere-se dentro destas problemáticas abordadas no capítulo 2. A instalação em si, segue a ideologia do Minimalismo, quando num espaço encontramos um objeto geométrico que pode ser observado em diferentes pontos de vista, mas quebra com a ideia de Site Specific, quando a escultura presente é móvel e funciona em diversos espaços. Tal como foi abordado anteriormente o objeto "*pirâmide*" pode ter três funções e designações sendo estas interface, escultura e instrumento. Enquanto experiência artística, o público tem a possibilidade de criar e interagir através de vários sistemas, pois pode gerar diversas soluções sonoras através da sua deslocação pela sala da instalação.

Ao longo do desenvolvimento do projeto foram sentidas algumas dificuldades e contratempos que foram ultrapassados, mas apesar de estes terem sido solucionados, há aspectos que ainda precisam de ser desenvolvidos. Antes de abordar as relativas dificuldades, começo por acrescentar que a minha formação é constituída por dois cursos, que são licenciatura em *Artes Digitais e Multimédia* e mestrado em *Design de Som*. O que me motivou a desenvolver este projeto foi o facto de pretender explorar a arte interativa e perceber como utilizar dispositivos electrónicos e integrá-los em projetos artísticos, outra área que também pretendi aprofundar foi o design de som, mais especificamente a área de síntese em computador, através de programação em *Max Msp*, que foi a ferramenta que me permitiu programar sintetizadores digitais, responsáveis pela produção e processamento de som do projeto. O meu conhecimento em Arduino e circuitos electrónicos antes do projeto era nulo, pois nunca havia experimentado, mas por outro lado já tinha alguma experiência em *Max Msp* e já tinha efectuado algumas experiências e projetos, quer académicos quer pessoais.

Na minha opinião a fase mais complicada do projeto foi o início, porque haviam muitas ideias acerca do que o que se pretendia desenvolver e muitas delas não eram possíveis de realizar por falta de conhecimento e recursos. Por isso foi necessário estruturar o projeto e perceber o que era possível produzir com os recursos disponíveis. Na fase inicial de pré-produção pretendia-se criar diversas esculturas sonoras com vários formatos diferentes quer a nível de design como de som no que toca a características sonoras, pretendia-se ainda que cada uma explorasse um sistema interativo único, mas esta ideia era bastante ambiciosa para alguém que ainda tinha pouca experiência na área. Por isso optou-se por fazer apenas uma escultura, mas que tivesse um design apelativo e que explorasse várias soluções tímbricas e interativas, e que esta fizesse parte de uma instalação. Devido aos recursos disponíveis foi necessário adaptar o projeto à presente situação.

Durante a fase de prototipagem da escultura em 3d, tive alguma dificuldade a encontrar equilíbrio no objeto, pois foi preciso ter em conta a sua portabilidade, o suporte e resistência para as cordas. Visto que a escultura tem dimensões reduzidas, foi necessário encurtar as cordas e não foi possível utilizar cordas mais pesadas que as instaladas, pois havia risco de ocorrerem danos na escultura, devido à pressão exercida pelas cordas. Em relação aos sistemas interativos e sonoro, consegui resolver os problemas através de pesquisa e experimentação, mas considero que estes necessitam de ser mais desenvolvidos futuramente. Principalmente na secção de som ambiente, pretende-se que haja uma interação mais diversificada e que possibilite mais soluções sonoras, mas para isso será necessário investigar mais profundamente conteúdos como a electrónica e síntese em computador e ser efectuada a devida experimentação. No que diz respeito á electrónica pretende-se explorar mais tipos de sensores e componentes electrónicos.

Em relação à programação da síntese em computador desenvolver mais a manipulação sonora, criar timbres mais complexos através da polifonia, filtros e modelação de amplitude e frequência e também alterar a duração do som através de envolventes. Os vários parâmetros sonoros, seriam controlados através dos vários sensores e através do comportamento do público na sala da instalação. Relativamente á interação gestual pretende-se criar um sistema mais equilibrado e preciso. Em relação á própria escultura, poder-se-ia criar um modelo igual mas com maiores dimensões e um design mais complexo, ou simplesmente criar mais esculturas semelhantes dentro da mesma linha, mas que explorassem outros tipos de som e interfaces interativas. Para a execução das futuras atualizações do projeto será necessário explorar mais a fundo cada um dos campos abordados da presente dissertação.

Concluiu-se assim que o modernismo foi um caminho que abriu portas para a necessidade de interdisciplinaridade das artes e que cada vez mais, diversas áreas se cruzam e criam produtos multimédia novos e que exploram os vários sentidos e sensibilidades do público. O próprio público já assume também papel de criador e junto com o artista criador, exploram novas experiências e sensações.



## Referências e Bibliografia

<

Artigos, livros, obras musicais, filmicas, artísticas.

Continuar a utilizar a numeração das páginas da Dissertação.

>

Arduino.learn(); (2014). *Control Servo Motor*. Retrieved November 4, 2014, from [arduino.sundh.com](http://arduino.sundh.com)

Barbosa, A. (2010). *Radial String Chimes*. Retrieved Jan 30, 2014, from <http://www.abarbosa.org/work.html>

Barbosa, P. (2010). *Interfaces Tangíveis: Representação Física e Controle Digital nas Artes Interativas*. ARARAQUARA.

Bolder. J., Gromala. D. (2004). *Transparency and Reflectivity: Digital Art and Aesthetics of Interface Design*. MIT Press  
Retrieved Jan 2, 2014, from [http://www.cse.chalmers.se/research/group/idc/ituniv/kurser/06/idproj/BolterGromala\\_transp-reflec.pdf](http://www.cse.chalmers.se/research/group/idc/ituniv/kurser/06/idproj/BolterGromala_transp-reflec.pdf).

Buskirk, M. (2009). Allan Kaprow, Yard. Retrieved Jan 16, 2014, from <http://www.mutualart.com/OpenArticle/-Allan-Kaprow--Yard-/211606FC987D84F2>

Campeato, L., Jazzetta, F. (2006). *Som, espaço e tempo na arte sonora*. Anais do XVI Congresso da ANPPOM. Brasília: Brasil

Carvalho, J. (2007). *Sounding Spaces: Escultura Sonora no contexto da Arte Pública*. Porto: Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto: Mestrado em Arte e Multimédia.  
Retrieved November 12, 2013, from <http://soundingspaces.org/portfolio/files/disserta%C3%A7%C3%A3ojosecarvalho.pdf>

Carvalho, J. (2013). *Escultura Sonora*. Retrieved January 25, 2014, from <http://www.youtube.com/watch?v=Sg3hFcCj-Mc>



Cervo, D. (2005). O Minimalismo e suas técnicas composicionais. Per Musi, Belo Horizonte. Retrieved January 30, 2014 from: [http://www.musica.ufmg.br/permusi/port/numeros/11/num11\\_cap\\_03.pdf](http://www.musica.ufmg.br/permusi/port/numeros/11/num11_cap_03.pdf)

Chadabe, J. (1997). *Electric sound: The Past and Promise of Electronic Music*. New Jersey, U.S.A: Prentice Hall.

Chatty.S., Dewan.P. (1999). *Engineering for Human Computer Interaction*. Norwell, Massachusetts 02061 USA: Kluwer Academic Publishers.

Collins, N. (2009). *Handmade Electronic Music - The art of Hardware Hacking*. Taylor & Francis Group 270 Madison Avenue New York, NY 10016: Routledge.

Colson, R. (2007). *The Fundamentals of Digital Art: Another in the avas series*. 1000 Lausanne 6 Switzerland: Ava Publishing SA.

Dewney, A. ,Ride, P. (2006). *The New Media Handbook*. USA and Canada: Routledge

Domingues, D. (1988). *As instalações multimídia como espaço de dados em sinestesia*. Imagens Técnicas, organizado por Yvana Fachine e Ana Cláudia de Oliveira. São Paulo: Brasil

Emmerson, S. (2007). *Living Electronic Music*. England, USA: Ashgate.

Ghazala, R. (Behind the Circuit Bending, April 30 @ 11:47:27 CDT by ecook contributed by: ecook, 2001)

Retrieved Jan 2, 2014, from [http://www.anti-theory.com/links/Behind\\_the\\_Circuit\\_Bending/](http://www.anti-theory.com/links/Behind_the_Circuit_Bending/)

Ghazala, R. (2005). *Circuit-Bending - Build Your Own Alien Instruments*. 10475 Crosspoint Boulevard Indianapolis, IN 46256:Wiley Publishing, Inc.

Ghazala, R. (n.d). *Reed Ghazala's Art of Circuit- Bending*.

Retrieved Jan 2, 2014, from

<http://www.anti-theory.com/soundart/circuitbend/main.html>

Giannetti, C. (2004). *The Spectator as Interactor: Myths and Perspectives of Interaction*.

Lecture in CGAC Santiago de Compostela.

Retrieved Jan 2, 2014, from

[http://www.artmetamedia.net/pdf/4Giannetti\\_InteractionINGL.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/4Giannetti_InteractionINGL.pdf).

Giannetti, C. (2006). *Estética Digital: Sintopia da arte, a ciência e a tecnologia*. C/Arte, Belo Horizonte.

Retrieved Jan 2, 2014, from <http://www.artmetamedia.net/>

Grayson, J. (1975). *Sound sculpture: a collection of essays by artists surveying the techniques, applications, and future directions of sound sculpture*. Vancouver, British Columbia, Canada: A.R.C. Publications.

Hendy, D. (2013). *Noise: A Human History of Sound and Listening*. 34 Exmouth House Pine Street London EC1R0JH, Great Britain: PROFILE BOOKS LTD.

Higgins. H. (2002). *FLUXUS EXPERIENCE*. Berkeley and Los Angeles, England, London: University of California Press.

Holmes, T. (2005). *Electronic and Experimental Music: Pioneers in Technology and Composition* (2nd ed.). New York: Routledge.

Jean-Marc Pelletier - Sound, art, media, education (2010). *CV.Jit computer vision for jitter*.

Retrieved November 4, 2014 from <http://jmpelletier.com/cvjit/>

Jones. A. (1998). *BODY ART: PERFORMING THE SUBJECT*. London: University of Minnesota Press.

Jordà, S. (2008). *On stage: the reactable and other musical tangibles go real*. Int. J. Arts and Technology, Vol.1, Nos. 3/4, 2008. Music Technology Group, Universitat Pompeu Fabra. Barcelona: Spain.

Kahn, D. (1999). *Noise, Water, Meat: A History of Sound in the Arts*. United States of America: MIT Press.

Kaplan, D., White, C. (2003). *Hands-On Electronics: A Practical Introduction to Analog and Digital Circuits*. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo: Cambridge University Press.

Kaye, N. (2000). *Site- Specific Art: Performance, Place and Documentation*. London, New York: Routledge.

Kwon, M. (2002). *One Place After Another: Site-specific Art and Locational Identity* .USA: Massachussetts Institute of Technology.

LaBelle, B. (2006). *Background Noise - Perspectives on Sound Art*. 80 Maiden Lane, New York, Ny 10038: The Continuum International Publishing Group Inc.

Licht, A. (2007). *Sound Art: Beyond Music, Between Categories*. New York: Rizzoli International Publications.

Looper's Delight (2008). *Re: qualities of reverb*. Retrieved November 4, 2014 from <http://www.loopers-delight.com/LDarchive/200803/msg00005.html>

Ganapati, P. (2010). *Water Flute Gives a Glimpse of Future Interfaces*. Retrieved January, 30, 2013, from [www.wired.com/gadgetlab/2010/08/hydraulophone](http://www.wired.com/gadgetlab/2010/08/hydraulophone)

Gomes, E., Tavares, L. (2013). *Uma solução com Arduino para controlar e monitorar processos industriais*. Retrieved January 31, 2014, from [http://www.inatel.br/pos/index.php/downloads/doc\\_download/26-luis-tavares-arduino](http://www.inatel.br/pos/index.php/downloads/doc_download/26-luis-tavares-arduino).

Makelberge, N., Barbosa, A., Perrota, A., Ferreira, L. [n.d.]. *Perfect Take-Experience design and new interfaces for musical expression*. Retrieved November 12, 2013, from [http://www.eecs.umich.edu/nime2012/Proceedings/papers/208\\_Final\\_Manuscript.pdf](http://www.eecs.umich.edu/nime2012/Proceedings/papers/208_Final_Manuscript.pdf)

Manovich, L. (2001). *The Language of New Media*. United States of America: Mit Press. Retrieved November 12, 2013, from <http://www.manovich.net/LNM/Manovich.pdf>

Marzona, D. (2004). *Minimal Art*. Koln, London, Los Angeles, Madrid, Paris, Tokyo: Taschen.

Marzona, D. (2005). *Conceptual Art*. Hong Kong, Koln, London, Los Angeles, Madrid, Paris, Tokyo: Taschen.

McRoberts, M. (2009). *Earthshine Design: Arduino Starter Kit Manual - A Complete Beginners Guide to the Arduino* [s.l.]. Earthshine Design.

Mealing, S. (Eds.). (2002). *Computers & Art: Second Edition*. Bristol, UK, Portland, OR, USA: intellect.

Notomoton (2010). Retrieved January 25, 2014, from <http://www.karmetik.com/robot/notomoton>

Pereira, J. (2011). *Design e Música: Presença do Som no Design*. Lisboa: Universidade de Lisboa: Faculdade de Belas Artes: Mestrado em Design de Equipamento - Estudos de Design. Retrieved November 12, 2013, from [http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5052/2/ULFBA\\_TES453.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5052/2/ULFBA_TES453.pdf)

Piedade, M. (2010) *Sensors and Actuators: Complementary Transparencies*. Retrieved Jan 30, 2014, from [http://comp.ist.utl.pt/rmr/WSN/WSN-organization/T8-Sensors Actuators\\_en.P1.pdf](http://comp.ist.utl.pt/rmr/WSN/WSN-organization/T8-Sensors Actuators_en.P1.pdf).

Poggi, C. (2009). *Inventing Futurism: The Art and Politics of Artificial Optimism*. William Street, Princeton, New Jersey. Oxford Street, Woodstock, Oxfordshire OX20 1TW, United Kingdom: Princeton University Press.

Proença, A. (2012). *Interação, Percepção e Tecnologia no Espaço de Instalações Interativas*. Retrieved Jan 2, 2014, from [http://www.fav.ufg.br/seminariodeculturavisual/images/anais\\_2012/76\\_interacao\\_percepcao\\_e\\_tecnologia.pdf](http://www.fav.ufg.br/seminariodeculturavisual/images/anais_2012/76_interacao_percepcao_e_tecnologia.pdf).

Raskin, J. (2000). *The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems*. ACM Press, A division of the Association for Computing Machinery, Inc. (ACM). Canada.

Ribeiro, N. (2007). *Multimédia e Tecnologias Interativas* (2nd ed.). FCA - Editora de Informática, Lda. R.D. Estefânia, 183, R/C Dto., Lisboa.

Russolo, L. (2004). *The Art of Noise: futurist manifesto, 1973*. [s.l.]: ubuclassics. Retrieved November 12, 2013, from [http://www.artype.de/Sammlung/pdf/russolo\\_noise.pdf](http://www.artype.de/Sammlung/pdf/russolo_noise.pdf)

Saffer, D. (2010). *Designing for Interaction: Creating Innovative - Applications and Devices* (2nd ed.). 1249 Eighth Street Berkeley, CA 94710: New Riders.

Sexton, J. (2007) *Music, Sound and Multimedia: From the Live to the Virtual*. 22 George Square, Edinburgh: Edinburgh University Press Ltd.

Shaw, J. (n.d). *The Legible City: Manhattan version (1989), Amsterdam version (1990), Karlsruhe version (1991) Computergraphic installation with Dirk Groeneveld*. Retrieved January 22, 2014, from [http://www.jeffrey-shaw.net/html\\_main/frameset-works.php](http://www.jeffrey-shaw.net/html_main/frameset-works.php)

Sommerer, C., Jain, L. & Mignonneau, L. (2008). *The Art and Science of Interface and Interaction Design: Studies in Computational Intelligence 141*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Sparksun (2013). *Flexiforce Pressure Sensor (25lbs) Quick Start Guide*. Retrieved November 4, 2014 from <https://www.sparkfun.com/tutorials/389>

Tamm, E. (1988). *Brian Eno: His Music and The Vertical Color of Sound*. EUA: 1532 Francisco Street Berkeley CA 94703: Yak Productions.

VideoBijaRi. (2012, 2 February, 2012). *Absolut Blank - Instalação Interativa*. Retrieved January 25, 2014, from <http://www.youtube.com/watch?v=J0TleVjIFAo>

Wang, S. (2003). *John Cage Pioneer of Modern Electronic Acoustic Music*. Retrieved November 12, 2013, from <http://pcm.peabody.jhu.edu/~wright/hem/IP/KB/szu-ying/JohnCage.pdf>

Welcome to Harmonic Wind Harps. (2014). Retrieved January 30, 2014, from: <http://harmonicwindharps.com/>

Wlizlo, W. (2010). *The Art and Sound of Obsolence*. Retrieved January 31, 2014, from: <http://www.utne.com/arts/art-and-sound-sculpture-steven-white.aspx>



## **APÊNDICE A**

### **1. Fichas Desenvolvidas na Disciplina de Pré- Produção**

#### **1.1. Proposta de Projeto**



<b>Unidade Curricular</b>	PRÉ PRODUÇÃO DE PROJECTO FINAL 1º Semestre, 2013/14 – Mestrado Som Imagem
---------------------------	--

<b>Aluno</b>	Pedro Renato Veloso Abrunhosa
<b>Professor Orientador</b>	Luís Gustavo Martins
<b>Título(s) Provisório</b>	Machine Echoes: Esculturas Sonoras Interativas

**Background**  
(geografia, zona de atividade)

Criação e construção de instrumentos, instalações/esculturas sonoras e interatividade

**Tema**  
(a vossa frase explicativa do que pretendem fazer - simplificar a complexidade)

Criação de uma escultura sonora controlada a partir de um sistema digital.

**Objectivo / Motivação**  
(O que pretende ver explicado/compreendido no final)

Pretende-se com este projeto perceber a importância da interatividade nas instalações e descobrir até que ponto o público pode interagir com esta, explorando assim os vários tipos de interação.

**Keywords** (conceitos envolvidos, 5 a 8 palavras)

do it yourself, escultura, hardware, Arduino, acústica, sound art, interação, electrónica, escultura, ambiente, ruído, movimento cinético, movimento gestual, interação tangível, ergonomia.

**Nota:** Esta ficha não obedece a nenhum formato ou formulário académico que se relacione directamente com o trabalho de dissertação. É apenas uma sugestão de “navegação” que vos leva a reflectir sobre o que vos motiva, e a avaliar a vossa “zona de conforto” por forma a chegarem a “uma decisão consistente” sobre o que querem fazer. Não dispensa nem substitui todas as orientações que possam ter dos professores orientadores. Vejam-nas como um instrumento de trabalho que pode e deve ser constantemente melhorado e alterado.



## **1.2. Ficha de Objetivos**



Unidade Curricular	PRÉ PRODUÇÃO DE PROJECTO FINAL 1º Semestre, 2013/14 – Mestrado Som Imagem
--------------------	--

Aluno	Pedro Renato Veloso Abrunhosa
Professor Orientador	Luís Gustavo Martins
Título(s) Provisório	Machine Echoes: Esculturas Sonoras Interativas

### Objectivo

O projeto "**Machine Echoes: Esculturas Sonoras Interativas**", consiste em construir uma instalação sonora e interativa, constituída por um conjunto de esculturas que produzem uma composição sonora ambiente. Estas tem como base um funcionamento mecânico, que é ativado com a interação do público com a sala a partir de sensores e câmaras.

Existirão diversos mecanismos de interação que serão previamente testados para estudar a relação do público com o espaço e objetos.

O Objetivo principal deste projeto, é estudar ou colocar em prática estudos sobre a interatividade no universo da "Arte Sonora".

### Objectivos Parcelares

#### **Criar Esculturas Sonoras.**

- Conhecer os vários tipos de material e as suas características sonoras.
- Criar objetos estético e funcionais.
- Criar objetos bastante diferentes mas que se identifiquem e funcionem em conjunto.
- Criar uma composição musical e paisagem sonora agradável.

#### **Descobrir quais os sistemas de captação a usar no projeto.**

- Descobrir quais são os mecanismos existentes e como os utilizar.
- Perceber em que situações são usados.
- Aprender a utilizá-los
- Descobrir em que local da instalação devem estar, para ter sucesso na captação.
- Conseguir captar deslocações no espaço e também reconhecimento gestual.



- Aprender a associar os parâmetros da captação à interação através de software como o MaxMSP.

**Descobrir quais os sistemas de interação a usar no projeto.**

- *Conhecer vários mecanismos actuadores.*
- Saber utilizar o Notomoton
- *Utilizar tipos de interação diferentes e combinados.*
- *Criar objetos que despertem interesse e que a sua tangibilidade seja perceptível.*
- *Criar mecanismos que interajam em simultâneo.*

**Dominar o público.**

- *Criar comunicação entre o público e a obra.*
- *Conseguir despertar o interesse do público.*
- *Entreter o público.*
- *Tornar clara a narrativa .*
- *Oferecer um papel duplo ao público, pois pretende-se que este tanto tenha um papel contemplativo como participativo.*

**Dominar alguns conhecimentos básicos sobre eletricidade e electrónica.**

- *Perceber o funcionamento da eletricidade.*
- *Perceber os seus parâmetros como a Carga, Tensão, Impedância e Resistência.*
- *Conhecer os vários componentes electrónicos e aprender a utilizá-los.*
- *Aprender a criar circuitos electrónicos.*
- *Perceber o funcionamento de motores como servo.*
- *Aprender a utilizar corretamente as várias unidades como Volt, Ohm, Watt, Ampere.*

**Desenvolver conhecimentos de programação e manipulação de hardware e circuitos.**

- *Explorar o funcionamento do Arduino enquanto hardware.*
- *Desenvolver conhecimentos sobre programação em MaxMSP e Arduino.*
- *Aprender a utilizar motores Servo.*
- *Aprender a programar e construir mecanismos cinéticos e tangíveis (ventoinhas e actuadores).*
- *Explorar o tempo de resposta dos sistemas.*
- *Criar objetos com base em circuitos.*
- *Utilizar componentes electrónicos em conjunto com as esculturas.*

### **1.3. Calendário do Projeto**

Tarefa	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Semanas / Dias	4 a 10 11 a 17 18 a 24 25 a 1	2 a 8 9 a 15 16 a 22 23 a 29 30 a 5	6 a 12 13 a 19 20 a 26 27 a 2	3 a 9 10 a 16 17 a 23 24 a 2	3 a 9 10 a 16 17 a 23 24 a 30 31 a 6	7 a 13 14 a 20 21 a 27 28 a 4	5 a 11 12 a 18 19 a 25 26 a 1	2 a 8 9 a 15 16 a 22 23 a 26
Pesquisas								
- Pesquisar diversas soluções de objetos								
- Pesquisar / Testar objetos e materiais a usar nas esculturas								
Pesquisas tecnológicas de interação								
- Por contato direto (SERVO / NOTOMOTION)								
- Por interação espacial / proximidade (WEECAM / WIIMOTE / LEAPMOTION / KINECT)								
Estudar o funcionamento do Arduino a nível de hardware e software								
- Avaliar possibilidades de interação homem-espaco -escultura								
Estudar sistemas de captação de movimento								
Montagem em Max/Msp e Arduino								
- Estudo da electricidade e componentes electrónicos, como resistores, capacitores, potenciômetros, etc.								
- Estudo peças e acessórios do Arduino								
Prototipagem								
- Esboços								
Prototipagem em 3D								
- Estar vários mecanismos de captação com experiências								
- Estar vários mecanismos de interação, com experiências								
- Testes de composição sonora								
Construção do Projeto								
- Construção das esculturas								
- Estar a sala da instalação								
- Reparação da sala onde está presente a instalação								
- Elaboração e aplicação dos mecanismos de interação								
- Elaboração dos mecanismos de captação								
- Filmar o evento								
- Montar board para a documentação em vídeo do evento								
- Preparar Inquérito/ entrevista público								
- Entrevistar o público presente na instalação								
- Iluminar testes e apertar comandos/correcções								
DATAS IMPORTANTES								
- Entrega de Trabalhos do 1º Semestre								
- Inicio 2º semestre								
- Escova								
- Apresentação Trabalhos Finais								
- Código								
- Dia 23 de Abril - Apresentação projetos								
- Últimas afinações								
Bernardo Veloso								

## 2. Microfones

Para a construção destes microfones foram necessárias 4 pastilhas Piezo Eléctricas, 2 cabos RCA e 4 adaptadores TS Mono. Para a construção de cada microfone foi necessário soldar as pastilhas Piezo-eléctricas aos condutores dos cabos RCA, que por sua vez levam um adaptador TS Mono. A aplicação destes adaptadores apenas foi efectuada devido à mesa de mistura utilizada, não conter entradas RCA. Para preservar as ligações soldadas foi aplicada cola quente para proteger as ligações que são extremamente frágeis.

Os microfones funcionam a partir de sensores piezoelétricos, que geram sinal eléctrico em consequência de vibração mecânica aplicada sobre os mesmos. De seguida o sinal eléctrico é transportado por um cabo RCA com uma adaptador de saída TS Mono para uma mesa de mistura onde o sinal será amplificado e posteriormente para o computador onde será processado. o esquema do microfone de contacto está representado na figura 39.1.A.

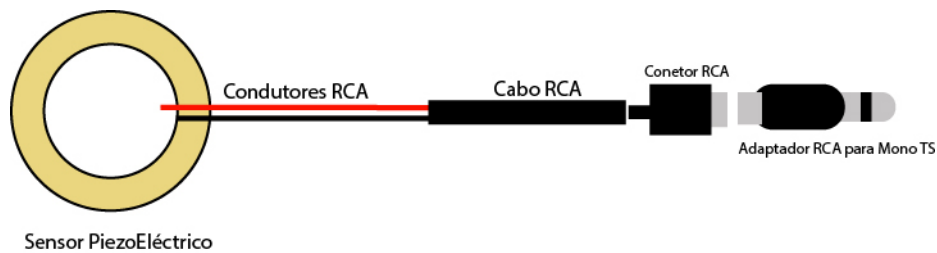


Figura 39.1.A - Esquema Microfones de Contacto

### 3. Síntese Granular

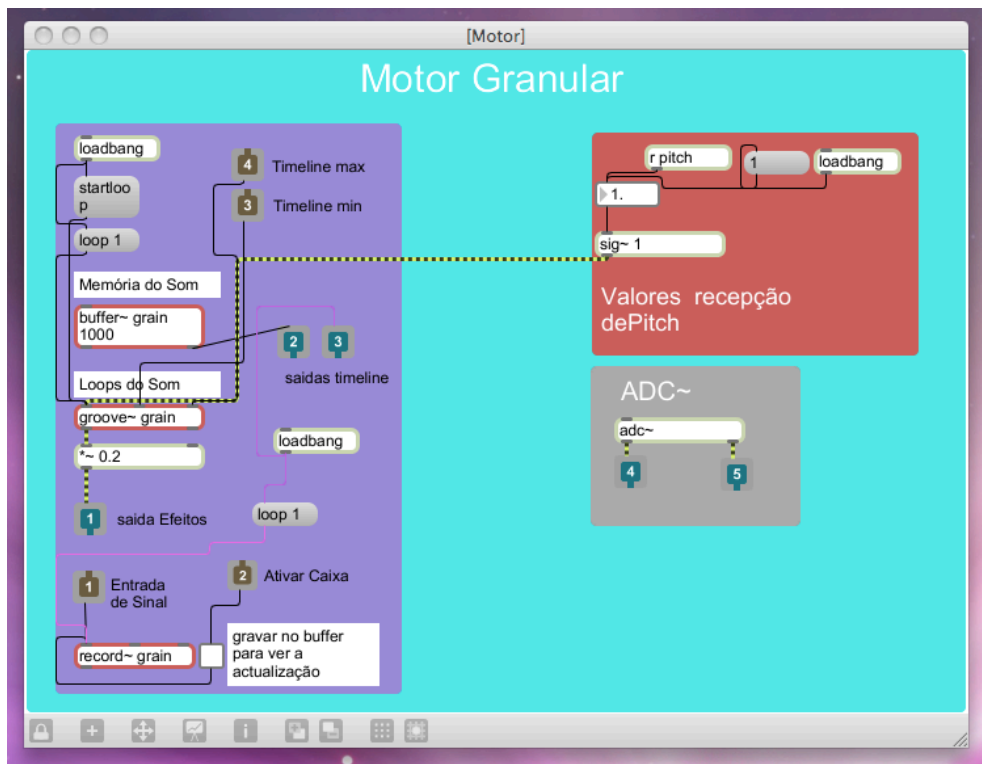


Figura 40.1.A - Fotografia Patch do Motor Granular

O sistema de síntese granular implementado neste projeto funciona a partir de dois elementos essenciais, que são o gráfico *"Waveform"* e a função *"Buffer"*. Ambos os objetos tem ligação à patch *"p Motor Granular"*, representada na figura 40.1.A. O som direto ou de linha é gravado através da função *"record~grain"*, que está ligada à função *"buffer~grain"* que é o local onde a amostra de som é gravada e de seguida reproduzida pela função *"groove~grain"*. Na função *"groove~grain"* são recebidos dados relativos à duração do loop, como o ponto de início e fim de reprodução. Pontos estes que são definidos através do gráfico *"waveform"*, para além dos pontos relativos ao *"Loop"*, a função *"groove~grain"* está ligada a uma função *"sig~1"*, que é responsável por alterar a velocidade de reprodução da amostra de som.

### 3. Câmara

A secção da Câmara funciona a partir de duas patches distintas que permitem o seu funcionamento. A primeira patch, designada de "*p Direcções(Radianos)*", presente na figura 43.1.A", é constituída por um objeto externo do MaxMsp denominado "*cv.jit.direction*", criado por Jean Marc Pelletier. O valor da direção tem como unidade os "*radianos*", onde valores como 0 e  $\pi$  radianos, correspondem a uma linha horizontal enquanto que  $\pi/2$  radianos equivale a uma linha vertical. (2010, Pelletier).

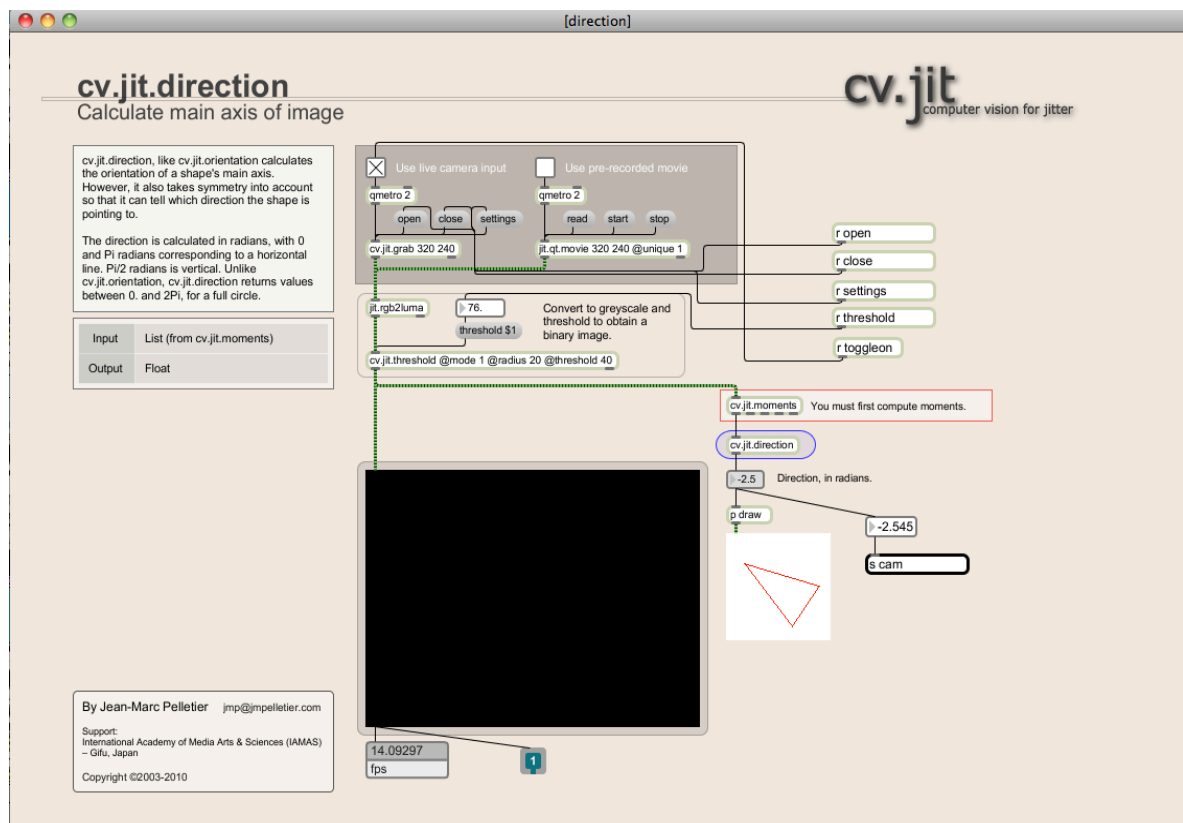


Figura 43.1.A - Fotografia Secção de Motor de Vídeo - "*p Direcções(Radianos)*"



Os valores dos radianos são de seguida enviados para a patch "*p Camara Interativa*", representada na figura 43.2.A.

A presente patch é responsável pelo controlo dos "*Granuladores*", aqui é possível alterar a velocidade de reprodução dos sons dos "*Granuladores*" assim como os "*Looppoints*". A patch está dividida em duas partes.

Na primeira parte designada de "*Sampler 5 e 6*" é possível alterar parâmetros dos "*Granuladores*" 5 e 6, que são interativos, o seu "*Looppoint*" altera consoante o gesto efectuado pelo público e também existe um temporizador que vai alternando de minuto a minuto a velocidade de reprodução do loop.

Na segunda parte designada de "*Sampler 1 2 3*", os parâmetros dos "*Granuladores*" 1, 2, 3, que não tem interatividade, variam de minuto a minuto e apenas servem para reproduzir som ambiente. Os parâmetros alterados são a velocidade de reprodução e os "*Looppoints*".

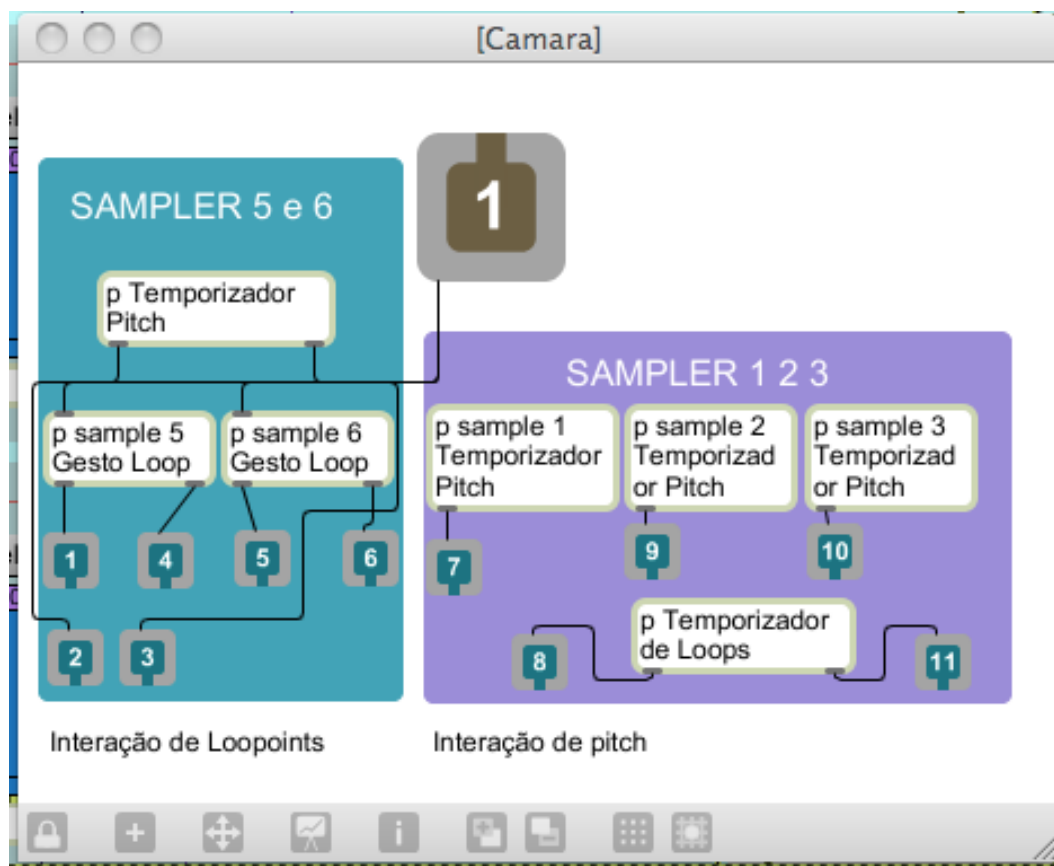


Figura 43.2.A - Motor de Vídeo - "*p Camara Interativa*"

#### 4. Efeitos

Posteriormente à criação dos "*Granuladores*" foi criada uma secção de efeitos que processam o som. Esta secção é constituída por dois efeitos o "*delay*" e o "*reverb*". O efeito de delay é stereo e permite criar diferentes tipos de repetição nos diferentes canais RIGHT e LEFT. Este efeito é constituído por dois parâmetros o "*Delay Time*", que é responsável pelo número de vezes que o sinal é repetido e o "*Feedback*", que controla a quantidade de ciclos de repetição de som. Para o seguinte efeito foi utilizado o objeto "*Tape In*" e o objeto "*Tape Out*". O objeto "*Tape In*" recebe o sinal e transporta-o para uma linha de atraso, enquanto que o objeto "*Tape Out*", permite manipular esse atraso em milissegundos (ms). O efeito "*Reverb*" é do tipo "*Plate Reverb*" e a patch utilizada pertence a Randy Jones, que criou a sua patch baseada nos algoritmos de Dr. David Griesinger, designer dos algoritmos de reverb da empresa Lexicon<sup>11</sup>. (Looper's Delight, 2008).

Esta patch possibilita a manipulação de parâmetros como o "*size*" que permite simular espaços físicos, neste caso o tamanho da sala, o "*decay time*" que permite prolongar a queda de amplitude do som, o "*High Freq Damping*" que permite amplificar as frequências altas na zona de decay e também o "*diffusion*" ou "*early reflections diffusion*" que permite controlar o nível de decaimento entre reflexões, fazendo com que estas tenham tempo de decaimento sincronizado ou não.

---

<sup>11</sup> <http://www.lexiconpro.com/en-US>

## 5. Programação e construção de circuitos em Arduino

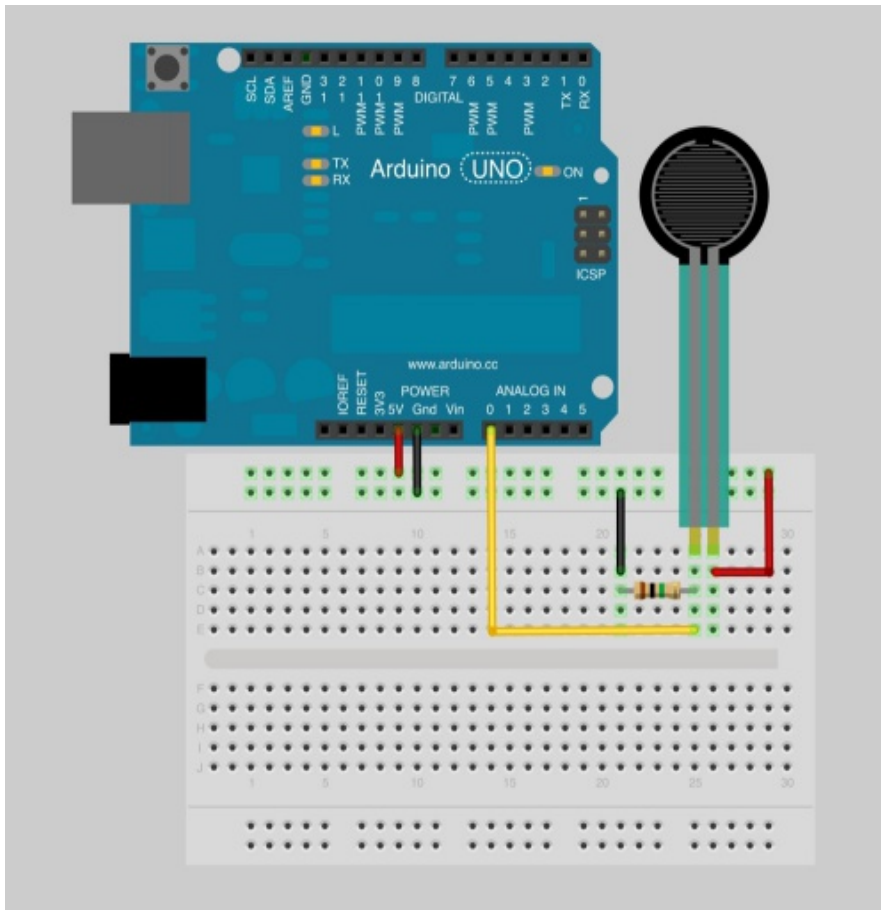


Figura 44.1.A - Diagrama do Circuito Sensor Flex

O sensor Flex denominado "*Flexiforce Pressure Sensor*" é na sua essência uma resistência variável. Quando este não tem pressão aplicada, a resistência pode atingir 10 Mega Ohms e quando a pressão é aplicada, os valores de resistência descem até alcançar a pressão máxima que equivale a 50K ohms. (sparksun, 2003)

Para o funcionamento do sensor Flex foi necessário criar um circuito electrónico, representado na figura 44.1.A, constituído por um Arduino, um sensor Flex (Flexiforce Pressure Sensor), uma Protoboard, 5 cabos condutores (MM Jump Wires) e um resistor de 1M2 Ohm (1,200,000 Ohms).

O esquema seguido está presente no website *sparksun.com* e representado na figura 44.1.A. O sensor tem 3 ligações, sendo estas a ligação á corrente (5 volts), a ligação terra (GND) e a ligação à porta analógica do Arduino (A0) . A ligação terra passa por um resistor de 1M2 Ohm antes de entrar na porta analógica (GND).

A oscilação de valores de resistência do sensor vai permitir também oscilar os valores analógicos, que por sua vez permitirão alterar parâmetros sonoros. Esta variação de valores analógicas, ronda entre 0 e 1023 e é proporcional à tensão elétrica recebida na porta analógica, sendo que 0 representa o nível de ligação terra e o 1023, significa que está a haver uma entrada de 5 volts na porta analógica, neste caso A0. (sparksun, 2003).

Uma vez gerados, os valores analógicos são enviados via *"serial"* a partir da porta 9600, com um atraso de 500 milissegundos entre cada oscilação de valores ou leitura de valores analógicos, que é feita em modo de repetição ou loop (void loop).

De seguida os valores são recebidos em MaxMsp pela patch do projeto, na subpatch *"p Comunicação Via Serial"*, representada na figura 44.2.A. Esta subpatch foi criada através do tutorial Serial Communication presente no website *cycling74.com*<sup>12</sup>.

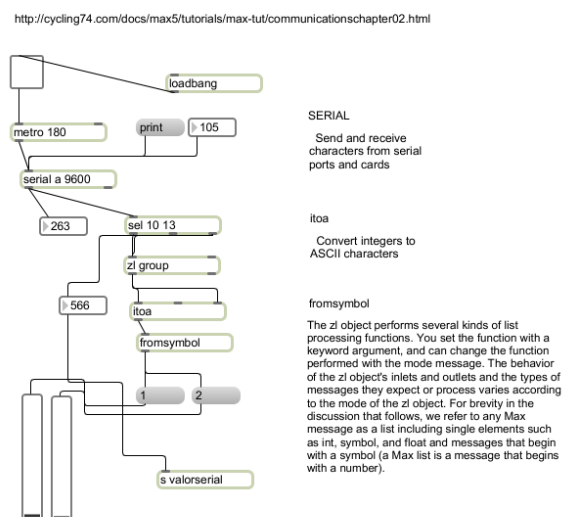


Figura 44.2.A - Fotografia Patch *"p Comunicação Via Serial"*

A patch *"p Comunicação Via Serial"*, recebe os valores serial enviados pelo Arduino através do objeto *"serial a 9600"*, esta patch permite ainda converter estes valores em ASCII ou símbolos, através dos objetos *"itoa"* e *"fromsymbol"*, mas para o presente projeto apenas foi necessário utilizar os valores serial de raiz. A patch ainda contém um objeto *"metro"*, que é responsável por criar intervalos de tempo entre as variações de valores. Neste caso o valor do intervalo é 108 milissegundos (ms), mas pode ser alterada se assim for desejado.

<sup>12</sup> <http://cycling74.com/docs/max5/tutorials/max-tut/communicationschapter02.html>

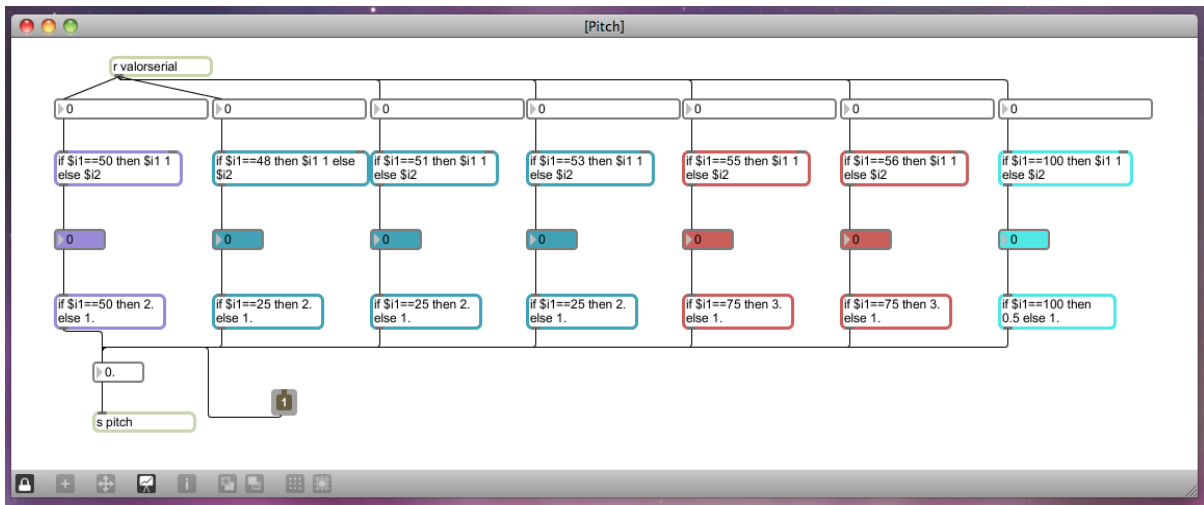


Figura 44.3.A - Fotografia Patch "p Pitch"

A patch funciona da seguinte forma, os valores são enviados através da função "*s valorserial*", para a patch "*p Pitch*", representada na figura 44.3.A, que consoante os valores recebidos, processa um valor que vai alterar a velocidade de reprodução do sinal. Para este efeito foi criada uma função "*if*". Esta função recebe um valor, se este for igual ao valor *x* colocado na função, esta gera um valor *z*, caso contrário esta cria um valor *y*. Neste caso foram criadas algumas variantes para tornar a mudança de velocidade de reprodução mais constante.

## 6. Mecanismo Actuador - Motor Servo



Figura 45.1.A - Fotografia do Motor Servo com Arduino

Para o funcionamento do Motor "Servo", basta ligar o motor diretamente ao Arduino, não sendo assim necessária uma Protoboard. O motor tem 3 ligações, utiliza a porta 5v e a porta GND analógicas e utiliza uma porta digital, que neste caso é a número 9. (arduino.sundh, n.d). O esquema de ligações do Motor "Servo" está representado na figura 45.2.A.

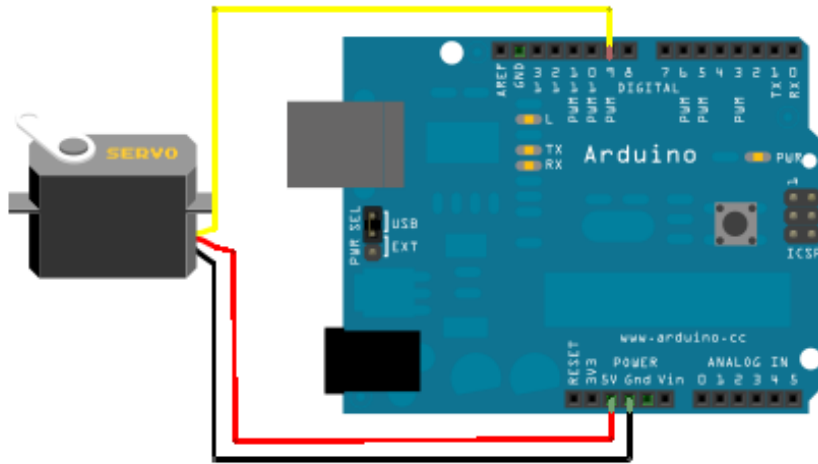


Figura 45.2.A - Fotografia do Circuito Motor Servo

Para controlar o funcionamento do motor servo foi utilizado o sketch *servo motor/sweep* presente na secção de exemplos no software do Arduino. Com este sketch é possível alterar o sistema de rotação do motor no que diz respeito á velocidade e graus através da função *for(pos = 0; pos <= 180; pos += 1)*. O código respectivo ao sketch está representado na figura 45.3.A.



```
/* Sweep
 by BARRAGAN <http://barraganstudio.com>
 This example code is in the public domain.

 modified 8 Nov 2013
 by Scott Fitzgerald
 http://arduino.cc/en/Tutorial/Sweep
 */

#include <Servo.h>

Servo myservo;  // create servo object to control a servo
                // twelve servo objects can be created on most boards

int pos = 0;    // variable to store the servo position

void setup()
{
  myservo.attach(9);  // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

void loop()
{
  for(pos = 0; pos <= 180; pos += 1) // goes from 0 degrees to 180 degrees
  {                                 // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);            // tell servo to go to position in variable
    delay(15);                     // waits 15ms for the servo to reach the po
```

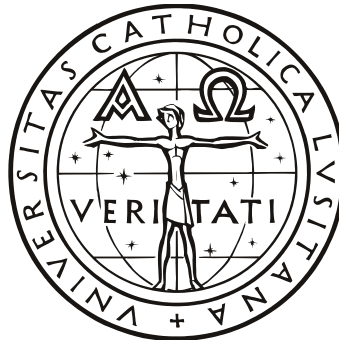
Figura 45.3.A - Fotografia do Sketch Sweep - Motor Servo





## **ANEXO A:**

### **1. Inquérito**



## Inquérito

O "*Projeto Machine Echoes: Pirâmide Sound Sculpture*" consiste numa instalação interativa que funciona através de uma escultura sonora denominada "*Pirâmide*". No presente projeto são abordados vários tipos de interatividade que é executada através do público. O presente inquérito tem como objetivo analisar vários aspectos do projeto com intenção de perceber o grau de eficácia do mesmo.

Idade:

Sexo:

Área de Formação:

1. Conhece o conceito de "Escultura Sonora" ? (Se Sim explique o que entende pelo mesmo).

☐

Sim

☐

Não

---

---

---

---

2. Conhece o conceito "Interatividade" ? (Se Sim explique o que entende pelo mesmo).

☐

Sim

☐

Não

---

---

---

3. Percebeu os tipos de interatividade presentes no projeto ? Se sim quais as formas de interação que percebeu?

☐

Sim

☐

Não

---

---

4. De que forma acha que o gesto influenciou a sua experiência com a obra ?

- Escala de Valores (nada - completamente) 1-5

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

nada

pouco

alguma coisa

muito

completamente

5. De que forma acha que a interação com o sensor presente no topo da peça influenciou a sua experiência com a obra ?

- Escala de Valores (nada - completamente) 1-5

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

nada      pouco      alguma coisa      muito      completamente

6. Considera a escultura "Pirâmide de fácil utilização ?

Achou a interação com a peça perceptível ? Justifique.

☐ Sim ☐ Não

---

---

---

7. O que gostaria de ver futuramente neste projeto? Acrescentaria algo ? Retirava alguma coisa? , se sim justifique.

☐

Sim

☐

Não

---

---

---

8. Considera a peça interessante enquanto instrumento musical ? (Justifique)

☐

Sim

☐

Não

---

---

---

9. Existe algum aspecto no projeto que lhe desagradou ? (Se sim ,Qual ?)

☐

Sim

☐

Não

---

---

---



10. Em relação ao projeto no seu todo, quais são os aspectos a ser melhorados ? (Responda se achar que existem aspectos a melhorar, caso contrário avance).

---

---

---

11. Em algum momento da experiência sentiu-se desconfortável ou desorientado no sentido de não perceber algum aspecto da obra?

( Se sim, justifique)

☐

Sim

☐

Não

---

---

---

12. Acha que a interatividade coletiva do público é funcional, visto que a instalação pode ser utilizada por até 4 pessoas. ( Se não, justifique).

☐

Sim

☐

Não

---

---

---

13. Classifique o grau de satisfação relativo ao som produzido na instalação.

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

nada

pouco

alguma coisa

muito

completamente

## **2. Tabela de Valores do Inquérito**

	IDADE	SEXO	ÁREA de FORMAÇÃO	1. ESC SON(1/0)	2. INTER.(1/0)	3. TIPO INTER(1/0)	4. GESTO(1/5)	5. INF.SENSOR(1-5)	6. PIR. FACIL UTIL(1/0)					
Inquérito 1	34	M	PSICOLOGIA/MÚSICA	1	1	1	5	3	1					
Inquérito 2	28	M	MULTIMÉDIA / SOM	1	1	1	3	3	1					
Inquérito 3	24	M	DESIGN DE SOM	1	1	1	4	2	1					
Inquérito 4	26	M	DESIGN DE SOM	1	1	1	3	3	1					
Inquérito 5	24	M	9º ANO	1	1	1	5	5	1					
Inquérito 6	22	F	DESIGN DE SOM	1	1	1	2	3	1					
Inquérito 7	22	F	DESIGN DE SOM	0	1	1	1	3	1					
Média	24							3	3				3	1

7. ACRESC PROJ(1/0)	8. INSTR. (1/0)	9. DESAGRAD(1/0)	10. A MELHORAR	11. EXP. DES(1/0)	12. EXP. COLLECT(1/0)	13. INST.(1/5)			
1	1	0		0	1	4			
0	1	0		0	1	4			
1	0	0		0	1	4			
0	1	0		0	1	3			
0	1	0		1	1	5			
1	1	0		1	1	3			
0	1	0		0	1	3			
						4			

